This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

3 3433 06635678 7

19 '24 G

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870

et autorisée par arrêtés en dates des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

TOME XXIV

1896

LILLE

IMPRIMERIE LIÉGEOIS-SIX

—

1896

TO NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
148175A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1924 L

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

au 1er *janvier* 1896.

Président	MM. DELCROIX.
Vice-Président . . .	QUEVA.
Secrétaire	VAILLANT.
Trésorier-Archiviste .	CRESPEL.
Bibliothécaire . . .	QUARRÉ.
Directeur	GOSSELET.
Membres du Conseil .	LADRIÈRE, BOUSSEMAER, CH. BARROIS.

MEMBRES TITULAIRES ET CORRESPONDANTS (1)

ANGELLIER, Professeur à la Faculté des Lettres, rue Solférino, 18, Lille.
ARRAULT Paulin, Ingénieur, rue Rochechouart, 69, Paris.
AULT (d')-DUMESNIL, rue d'Eauette, 1, Abbeville.
BARDOUX, Pharmacien, à Ault (Somme).
BARROIS, Ch., Professeur à la Faculté des Sciences, rue Pascal, 37, Lille.
BARROIS, Jules, Docteur ès-sciences, Cap Brun, Toulon.
BARROIS, Th, Professeur à la Faculté de Médecine, rue Solférino, 220, Lille.
BARROIS, H, Ingénieur-Directeur de l'usine à gaz, Tourcoing.
BAYET Louis, Ingénr, Walcourt, près Charleroi (Belgique).
BECOURT, Inspecteur des Forêts au Quesnoy.
BENECKE, Professeur à l'Université de Strasbourg (Alsace).
BERGAUD, Ingr en chef hon. des Mines de Bruay, rue de la Station, 3, Douai.
BERGERON, Dr ès-sciences, boulevard Haussmann, 157, Paris.
BERNARD, ex-fabricant de sucre, rue de Compiègne, 4, Paris.
BERTRAND, Profr à la Faculté des Sciences, rue Malus, 14, Lille.
BÉZIERS, Directeur du Musée géologique, Rennes.
BIBLIOTHÈQUE MUNICIPALE DE LILLE
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE LILLE.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE MONTPELLIER.
BIBLIOTHÈQUE UNIVERSITAIRE DE RENNES.
BILLET, Docteur ès-Sciences, Médecin-major à l'Orphelinat Hériot, La Boissière, par Epernon (S.-et-O.).
BINET, Dir du S. des eaux de Roubaix-Tourcoing, r. de Lille, 147, Tourcoing.
BODDAERTS (l'abbé) Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai.
BOLE, Pharmacien, rue de Lannoy, 310, Roubaix.
BOLLAERT, Directeur des Mines de Lens.
BOULANGER, rue Salle-le-Comte (petite porte), 6, Valenciennes.
BOURIEZ, Pharmacien, rue Jacquemars-Giélée, 105, Lille.
BOUSSEMAER, Ingénieur, rue Auber, 57, Lille.
BOUVART, Inspecteur des Forêts en retraite, au Quesnoy.
BRÉGI, Ingénieur, rue à Fiens, 3, Lille.
BRETON Ludovic, Ingénieur rue Royale, 18, Calais.
CAMBESSEDÈS, Professeur à l'École des Maîtres-Mineurs, Douai.
CALDÉRON, Professeur à l'Université de Madrid (Espagne).
CARTON, Docteur, Médecin-Major au 19e Chasseurs, Lille.
CAYEUX, prépr aux Ecolesdes Mines et des P.-et-Ch., bd St-Michel, 60, Paris.
CHAPUY, Ingénieur des Mines, square Rameau, 7, Lille.
CHAUVEAU, Pharmacien, Avesnes.
COGELS, Paul, à Deurne, province d'Anvers (Belgique).
COGET, Jean, Teinturier, rue Pellart, Roubaix.
COLNION, Victor, Propriétaire, à Ferrière-la-Grande.
COUVREUR, Licencié ès-sciences naturelles, à Gondecourt.
CRÉPIN, Ingénieur aux Mines de Bully-Grenay.
CRESPEL, Richard, Industriel, rue Léon-Gambetta, 54,

(1) Les Membres correspondants sont ceux qui résident en dehors de la circonscription académique (*Nord*, Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Ardennes).

CUVELIER, Dr en droit, boulevard de la Liberté, 108, Lille.
DANEL, Léonard, rue Royale, 85, Lille.
DEBLOCK, Pharmacien, rue du Faubourg-de-Tournai, 85, Lille.
DEBOUZY, Docteur en médecine, à Wignehies (Nord).
DECROCK, Licencié ès-sciences naturelles, Institut botanique, Montpellier.
DECROIX, Étudiant, rue d'Inkermann, 5, Lille.
DEFERNEZ, Édouard, Ingénieur à Liévin-lez-Lens.
DEFRENNE, rue Nationale, 295, Lille.
DELCROIX, Avocat, Docteur en Droit, Directeur de la *Revue de la Législation des Mines*, place du Concert, 7, Lille.
DELESSERT DE MOLLINS, ancien professeur, Grande-Rue, 95, Rolle (Suisse)
DELOBE, Pharmacien, Tournai (Belgique).
DELVAUX, Géologue, avenue Brugmann, 210, Bruxelles.
DEMESMAY, Industriel, Cysoing (Nord).
DENIS, J, Professeur à l'Ecole supre, r. de l'Amiral-Courbet, 12, Tourcoing.
DERENNES, Ingénieur chimiste, 25, boulevad Barbès, Paris.
DERNONCOURT, Représentant de la Compagnie d'Anzin, Fourmies.
DESAILLY, Ingénieur aux Mines de Liévin, par Lens.
DESCAMPS, J., rue de l'Aqueduc, 5 Paris.
DESCAT, Jules, Manufacturier rue Henri-Kolb, 31, Lille.
DESCHIN, mécanicien-constructeur, rue du Bourdeau, 44, Lille.
DESTOMBES, Pierre, boulevard de Paris, Roubaix.
DEVOS, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue des Postes, 20, Lille.
DEWATTINES, Relieur, rue Nationale, 87, Lille.
D'HARDIVILLIERS, Licencié ès-ciences naturelles, Lille.
DHARVENT, Membre de la Commission des Mon. hist., Béthune (P.-de-C.)
DOLLFUS, Gustave, rue de Chabrol, 45, Paris.
DOLLO, Conservr au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles,
DORLODOT, (Abbé) Professeur à l'Université, rue au Vent, 10, Louvain.
DUBOIS, Professeur au Lycée de St-Quentin (Aisne).
DULIEUX, Négociant, rue Fontaine-del-Saulx, 22, Lille.
DUMAS, Inspecteur au ch. de fer d'Orléans, rue Dumoustier, 1 *bis*, Nantes.
DUMAS, A.-P., Dir du journal le *Phosphate*, rue du Faub.-Montmartre, 13, Paris.
DUMONT, Docteur en médecine, à Mons-en-Barœul, près Lille.
DUTERTRE, Docteur en médecine, rue de la Coupe, 6, Boulogne-sur-Mer.
EECKMAN, Alex. rue Alexandre-Leleux, 28, Lille.
ÉCOLE NORMALE D'INSTITUTEURS de Douai.
FARCY, Économe de l'École professionnelle, Armentières.
FEVER, Chef de division à la Préfecture, r. des Pyramides, 24, Lille.
FÈVRE, Ingénieur, au Corps des Mines, place de la Préfecture, Arras.
FLAMENT, Comptable, à Proville, près Cambrai.
FLAMMERMONT, Profr à la Faculté des Lettres, r., Ponts-de-Comines, 24, Lille.
FLIPO, Louis, Propriétaire, à Deûlémont.
FOCKEU, Docteur en médecine, rue de Juliers, 73, Lille.
FOREST, Philibert, Maître de carrières à Douzies-Maubeuge.
FORIR, Répétiteur à l'École des mines, rue Nysten, 25, à Liège.
FOURMENTIN, Percepteur, à Roubaix.
FRAZER, Dr ès-sciences, Room, 1042, Drexel Building, Philadelphie.
GIARD, Professeur à la Sorbonne, rue Stanislas, 14, Paris.
GIN, Gustave, Ingénieur, 28, rue St-Pétersbourg, Paris.
GOBLET, Alfred, Ingénieur, Croix, près Roubaix.
GODBILLE, Médecin-Vétérinaire, à Wignehies
GODON (Abbé), Professeur à l'Institution Notre-Dame, Cambrai.
GOSSELET, Professeur à la Faculté des Sciences, rue d'Antin, 18, Lille.
GOSSELET, A. Dr en médecine, rue des Stations, 97 *bis*, Lille.
GRONNIER, Principal du Collège de St-Amand.
GROSSOUVRE (de), Ingénieur, en chef des mines, à Bourges.
GUERNE (Baron Jules de), rue de Tournon, 6, Paris.
HALLEZ Paul, Professeur à la Faculté des Sciences, r. de Valmy, 9, Lille.
HASSENPFLUG, Docteur à Flers, près Croix (Nord).
HELSON, Ingénieur-civil des mines, place de Béthune, Lille.
HERLIN, Georges, Notaire, boulevard de la Liberté, 22, Lille.
HERMARY, Ingénieur Civil, Barlin, (Pas-de-Calais).

HETTE Alexandre, façade de l'Esplanade, 14 *bis*, Lille.
HORNEZ, Fabricant de pannes, à Bourlon (Pas-de-Calais).
HOVELACQUE, Docteur ès-sciences, r. de Castiglione, 1, Paris.
JANET, Charles, Ingénieur des arts et manufactures, Beauvais.
JANET, Léon, Ingénieur au Corps des Mines, rue d'Assas, 85, Paris.
JANNEL, rue Saint-Vincent-de-Paul, 25, Paris.
JENNEPIN, Maître de pension, Cousolre.
LACOME, rue Gambetta, 45, Lille.
LADRIÈRE, Jules, Directeur de l'École communale, square Dutilleul, Lille.
LAFFITE, Henri, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C).
LALOY, Roger, Château de la Rose, à Houplines.
LANGRAND (l'abbé) Vicaire à la Bassée.
LAGUESSE, Professeur à l'École primaire sup^re., Haubourdin.
LASNE, H., Ingénieur des Arts et Manufactures, rue Boileau, 57, Paris.
LATINIS, Ingénieur civil à Seneffe, Hainaut. Belgique.
LAY, Pharmacien à Aire, (P-de-C.).
LECOCQ, Gustave, rue du Nouveau-Siècle, 7, Lille.
LEFEBVRE, Contrôleur princip. des mines, r. Barthélémy-Delespaul, 111, Lille.
LELOIR, Professeur à la Faculté de Médecine, 134, boulevard de la Liberté Lille.
LE MARCHAND, Ingénieur aux Chartreux, Petit-Quévilly (Seine-Inférieure).
LEMONNIER, Ingénieur, Mesvin-Ciply (Belgique).
LEVAUX, Professeur au Collège de Maubeuge.
LIÉGEOIS-SIX, Imprimeur, rue Léon-Gambetta, 244, Lille.
LIGNIER, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen (Calvados).
LOHEST, Professeur à l'Université de Liège Rivage à Comblain-au-Pont (Belgique).
LONQUÉTY, Ingénieur, Boulogne-sur-Mer.
MALAQUIN, Préparateur de Zoologie, à la Faculté des Sciences, 28, Lille.
MALOU, Sous-chef à la S-Préfecture, r. des Procureurs, 13, St-Pol.
MARCOTTE, Pierre, rue de l'Hôpital-Militaire, 28, Lille.
MARGERIE (de), Géologue, rue de Grenelle, 132, Paris.
MARIAGE, Négociant, place de l'Hôpital, 4, Valenciennes.
MARIAGE, Louis, Instituteur, rue du Pont-Lebeurre, Calais.
MARSY, Maître répétiteur au Lycée, Lille.
MATHIAS, Notaire à Wavrin.
MAURICE, Ch. Docteur ès-sciences, Attiches, par Pont-à-Marcq
MELON, Licencié ès-sciences, usine à gaz de Moreuil (Somme)
MEYER, Adolphe, Chimiste, rue Jeanne d'Arc, 43, Lille.
MEYER, Paul, Représentant de Commerce, rue Roland, 221, Lille.
MONIEZ, Professeur à la Faculté de Médecine, r. Colbert, 188, Lille.
MOREAU Arthur, Maître de carrières, Anor (Nord).
MORIAMEZ Lucien, à Saint-Waast-lez-Bavai (Nord).
MORIN, Ing^r au Canal de l'Isthme de Corinthe, Isthmia (Grèce).
MOULAN, Ingénieur, Avenue de la Reine, 271, Laeken.
MUSÉE DE DOUAI.
MYON, Ingénieur aux mines de Courrières, à Billy-Montigny (P.-de-C).
PAGNIEZ-MIO, Sondeur, Somain.
PARADES (de), rue Caumartin, 28, Lille.
PARENT, H., Préparateur à la Faculté des Sciences, rue Nationale, 161, Lille.
PASSELECQ, Directeur de charbonnage à Ciply (Belgique).
PÉROCHE, Directeur hon. des Contributions, rue Alexandre-Leleux, 31, Lille
PIÉRARD, Désiré, Cultivateur, Dourlers (Nord).
PONTIER, ancien Instituteur à Lumbres (P.-de-C.).
QUARRÉ, Louis, boulevard de la Liberté 70, Lille.
QUÉVA, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, rue Malus, 14, Lille.
RABELLE, Pharmacien à Ribemont (Aisne).
REUMAUX, Ingénieur aux Mines de Lens (P.-de-C.).
RICARD Samuel, rue Evrard de Foulloy, 4, Amiens.
RICHARD, Géomètre, Cambrai.
RIGAUT Adolphe, industriel, r. de Valmy, 3, Lille.
RIGAUX Henri, Archiviste de la ville, Hôtel-de-Ville, Lille.
RONELLE, Architecte, Cambrai.
ROUSSEL, D^r ès-sciences, rue Thouin, 6, Paris.
ROUTIER, Avocat, rue de Brecquerecque, 152, Boulogne-sur-Mer.

ROUVILLE (de), Doyen hon. de la Faculté des Sciences de Montpellier.
RUTOT, Cons^r au Musée d'hist. nat., rue de la Loi, 177, Bruxelles.
SAUVAGE, D^r, Diret. de la Station Aquicole, Boulogne-sur-Mer.
SCRIVE DE NÉGRI, Industriel, r. Gambetta, 292, Lille.
SÉE, Paul, Ingénieur, rue Brûle-Maison, Lille.
SIMON, Ingénieur aux mines de Liévin (Pas-de-Calais).
SIX, Achille, Prof^r au Lycée, rue du Poirier, 2, St-Omer.
SMITS, Ingénieur, rue Inkermann, 15, Lille.
SOUBEYRAN, Ingénieur des Mines, Square Labruyère, 3, Paris.
STECHERT, Libraire, rue de Rennes, 76, Paris
STEVENSON, Prof^r à l'Université, Washington square, New-York city.
SUTTER Jean, Licencié ès-sciences, rue des Ponts-de-Comines, 24, Lille.
TAINE, Pharmacien, rue du Marché St-Honoré, 7, Paris.
THÈLU, Directeur de l'Ecole primaire supérieure Frévent (P.-de-C.).
THÉRY-DELATTRE, Prof^r au Collège, rue de l'Eglise, 21, Hazebrouck.
THIERRY, Ingénieur aux mines de Courrières, à Billy-Montigny (P.-de C.).
THIERY, Ad., Géologue, rue Corneille, 7, Paris.
THIRIEZ, Docteur ès-sciences, Professeur au Collège de Sedan.
THOMAS, Professeur de chimie à Auxerre (Yonne).
TROUDE, Maître-Répétiteur au Lycée, Amiens.
TRUFFEL, Brasseur, Dorignies près Douai.
VAILLANT, Victor, Prép^r à la Faculté des Sciences, rue Nationale, 273, Lille.
VAN DEN BROECK, Cons^r au Musée, place de l'Industrie, 39, Bruxelles.
VAN ERTBORN (le baron Octave), rue des Lits, 14, Anvers.
VIALAT, Ingénieur en chef aux Mines de Liévin.
VIVIEN, Chimiste, rue Baudreuil, 18, St-Quentin.
VUILLEMIN, Directeur des Mines d'Aniche, à Douai.
WALKER, Ambroise, Filateur, quai des 4 Écluses, Dunkerque.
WALKER, Emile, Filateur, quai des 4 Écluses, Dunkerque.
WARTEL D^r, rue Bernos, 24, Lille.
WATTEAU, Géologue, Thuin, Belgique.
WIART, Industriel, Cambrai.
WILLIAMS, Prof^r à l'Université, Yale College, New-Haven, Connecticut.

MEMBRES ASSOCIÉS

BERTRAND, Prof^r à l'école des Mines, rue de Rennes, 101, Paris
BONNEY, Professeur de Géologie à University-College, Londres.
BRIART, de l'Acad. Roy. de Belgique, à Morlanwelz.
CAPELLINI, Recteur de l'Université de Bologne.
CORTAZAR (de), Ing^r en chef des Mines, Calle Isabel la Catolica, 23, Madrid.
DAUBRÉE, de l'Institut, boulev. St-Germain, 254, Paris.
DEWALQUE, Professeur à l'Université de Liège.
DUPONT, Directeur du Musée d'histoire naturelle de Bruxelles.
FOUQUÉ, de l'Institut, Professeur au Collège de France, Paris.
GAUDRY, de l'Institut, Professeur au Muséum, Paris.
HALL, Directeur du Musée d'histoire naturelle de l'Etat de New-York, Albany.
JUDD, Prof^r à College of Science, South Kensington, S. W. Londres.
KAYSER, Professeur de Géologie à l'Université de Marbourg, Allemagne.
LAPPARENT (de), Professeur à l'Institut catholique, rue Tilsitt 3, Paris.
LA VALLÉE-POUSSIN (de), Professeur de Géologie à l'Université, Louvain
LESLEY, Directeur du Geological Survey de l'Etat de Pensylvanie.
MAC-PIERSON, Calle de la Exposicion, Barrio de Monasterio, Madrid.
MALAISE, Professeur émérite à Gembloux.
MERCEY (de), à la Faloise (Somme).
MICHEL-LÉVY, Directeur du Service de la Carte Géologique de France, Paris.
MOURLON, de l'Acad. Roy. de Belgique, rue Belliard, 19, à Bruxelles.
PELLAT Ed., rue de Vaugirard, 77, Paris.
POTIER, Ingénieur en chef des Mines, boulevard Saint-Michel, 89, Paris.
PRESTWICH, Shoreham, près Sevenoaks, Kent.
RENARD, Professeur de Géologie à l'Université de Gand.
SCHLUTER, Professeur de Géologie à l'Université de Bonn.
VELAIN, Professeur de Géographie physique à la Sorbonne, Paris.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

Séance solennelle du 8 Janvier 1896

Les collègues, les amis et les élèves de M. Gosselet s'étaient réunis à la Faculté des Sciences pour offrir son portrait, au savant fondateur de la Société Géologique et de l'enseignement géologique dans le Nord, en témoignage de leur amitié et de leur haute estime.

Étaient présents [1] :

MM.

BAYET, Correspondant de l'Institut, Recteur de l'Université de Lille.

* Ch. BARROIS, Président de la Société Géologique du Nord, et du Comité de souscription.

ALLIOU, Professeur au Collège de Condé.

BERTOUX, Émile, Préparateur de Physique à la Faculté des Sciences de Lille.

---

(1) L'astérisque indique les Membres de la Société Géologique du Nord.

SWYNGHEDAUW, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences, à Lille.
• THÉRY-DELATTRE, Professeur au Collège, à Hazebrouck.
• VAILLANT, Victor, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
• VANDENBROECK, Conservateur au Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles.
VANHENDE, Membre de la Société des Sciences de Lille.
VANROYEN, Maurice, Étudiant à la Faculté des Sciences, à Douai.
• WARTEL, Membre de la Société Géologique, Docteur en Médecine, à Lille.
WILLM, Ed., Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Lille.

Des télégrammes ou des lettres de félicitations avaient été envoyés par un grand nombre de personnes qui n'avaient pas pu assister à la réunion.

MM.

• ARRAULT, Paulin, Ingénieur, à Paris.
• BIGOT, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Caen.
• CHAPUY, P., Ingénieur des Mines, à Lille.
• COUVREUR, Licencié ès-sciences naturelles, à Gondecourt.
CREVAUX, Proviseur du Lycée de Rochefort-sur-Mer.
DEHAISNE Mgr, Archiviste honoraire du Département du Nord.
DELAGE, A., Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Montpellier.
DELIGNE, Membre de la Société des Sciences de Lille.
• DELVAUX, Émile, Membre de la Société Géologique, à Bruxelles.
• DENIS, Professeur à l'École primaire supérieure, à Tourcoing.
• DERENNES, Membre de la Société Géologique, Ingénieur-chimiste, à Paris.
• DEWALQUE, Professeur à l'Université de Liège.
DUCAMP, Louis, Préparateur à la Faculté des Sciences de Lille.
• DUMONT, Membre de la Société Géologique, Docteur en médecine, à Mons-en-Barœul.
• DUTERTRE, Docteur à Boulogne-sur-Mer.
• GAUDRY, Albert, Membre de l'Institut, à Paris.
• DE GUERNE (Baron Jules), ancien Président de la Société Géologique du Nord, à Paris.

* HERLIN, Georges, Membre de la Société Géologique, Notaire, à Lille.
* HOVELACQUE, Maurice, Docteur ès-sciences à Paris.
* MALAISE, Professeur, Membre de l'Académie royale de Belgique.
* MAURICE, Membre de la Société Géologique du Nord.
* MOULAN, Ingénieur, à Læken.
* MOURLON, Michel, Membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique.

SALMON, Julien, Préparateur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille.

SOLVAY, Ernest, Ingénieur à Bruxelles.

M. Ch. Barrois donne lecture de l'adresse suivante :

CHER MAITRE,

Votre récente promotion a fourni à vos amis, à vos élèves, une nouvelle occasion de se compter, et nous venons en leur nom vous prier d'accepter ce portrait, qui leur rappelle les traits d'un maître vénéré. Je ne ferai pas l'énumération de tous les droits que vous avez à l'affection, au respect, à la reconnaissance de tous ceux qui vous entourent : il est un petit nombre d'hommes que les éloges font rougir et que la vérité même importune lorsqu'elle est flatteuse.

Mais votre énergie dans l'exécution de vos travaux sur le terrain, votre constance pour l'achèvement de nos collections régionales, votre rare talent d'exposition et l'enthousiasme de votre enseignement, votre amitié pour tous vos collègues, votre dévouement pour vos élèves, l'éclat que vous faites rejaillir sur notre Société et par dessus tout, votre amour désintéressé du devoir, — voilà cependant des traits que nous ne saurions ni oublier ni dissimuler, car ils sont présents aux yeux de tous ceux qui vous connaissent ! Ils demeureront toujours gravés dans le cœur de vos élèves, de vos amis, et de tous les Membres de la Société Géologique du Nord.

M. Ch. Barrois remet ensuite à M. Gosselet, en même temps que la liste des souscripteurs, un portrait gravé en taille douce par le fin burin de M. Mayeur. La gravure, le cadre en chêne sculpté et l'album qui renferme la liste des souscripteurs, font également honneur aux artistes lillois. On remarque beaucoup la reliure de l'album, œuvre de M. Dewatines, qui porte, gaufrée sur la couverture, la Carte géologique du Département du Nord.

M. Gosselet remercie à la fois M. Barrois, les amis qui l'entourent, et tous ceux qui se sont joints en cette circonstance aux membres de la Société géologique du Nord ; profondément touché de cette manifestation, il en conservera toujours le souvenir précieux.

M. Bayet, Recteur de l'Académie, rappelle aux applaudissements de l'assemblée, la haute autorité de M. Gosselet comme chef d'école, la reconnaissance et l'affection que lui portent ses élèves ; il est heureux de féliciter l'homme autant que le savant et le professeur.

M. Van den Broeck présente à M. Gosselet les félicitations des géologues belges et rappelle les services qu'il a rendus à la géologie de la Belgique.

A la suite des discours un punch a été offert à M. Gosselet par les souscripteurs.

Séance du 15 Janvier 1896

On procède au renouvellement du Bureau, 12 Membres étaient présents, 34 ont voté par correspondance. Ont été élus :

Président :	MM. Delecroix.
Vice-Président :	Queva.
Secrétaire :	Vaillant.
Trésorier :	Crespel.
Bibliothécaire :	Quarré-Reybourbon.

M. **Barrois**, Président sortant est élu Membre du Conseil en remplacement de M. Lecocq, dont le mandat est expiré.

M. **Goblet** fait une communication sur un sondage fait à Croix, il présente des échantillons provenant de ce sondage.

Le Secrétaire lit la note suivante envoyée par l'auteur.

Rhynchonella Dumonti *et* **Cyrtia Murchisoniana**

dans les schistes de Matagne

par **H. Forir**

Le lever de la feuille Agimont-Beauraing de la *Carte géologique détaillée de la Belgique* m'a fourni l'occasion de trouver les deux fossiles mentionnés dans le titre de cette note à un niveau où l'on n'est pas accoutumé à les rencontrer, à savoir, au milieu des schistes de Matagne les mieux caractérisés.

En suivant la route de Givet (France) à Beauraing (Belgique), on observe, à une centaine de mètres à l'W. du bureau de la douane belge connu sous le nom de Petit-Caporal, des schistes moyennement feuilletés, bien développés dans les tranchées qui longent la route au N. et au S. Ces schistes sont encore visibles sur quatre-vingt mètres environ dans les tranchées du chemin de Dion quittant la route au S., où ils reposent en concordance sur les schistes de Matagne à *Cardiola retrostriata*. Au contraire, à l'extrémité orientale de la tranchée longeant la grand' route au N., les schistes de Matagne typiques reposent sur les couches en question et on les retrouve bien visibles et contenant de nombreuses cardioles dans un petit sentier parallèle à la route, un peu au N. de celle-ci. Ces schistes de Matagne sont limités au S., au chemin de Dion, par les schistes noduleux de Frasnes et au N., à la route de Fes-

chaux, par les schistes typiques de Senzeilles où j'ai trouvé plusieurs *Rhynchonella Omaliusi*. C'est au milieu des schistes moyennement feuilletés que j'ai rencontré, tant à la grand' route, qu'au chemin de Dion, plusieurs exemplaires de *Rhynchonella Dumonti*.

Le même fossile se retrouve dans les schistes noirs très feuilletés contenant en abondance *Cardiola retrostriata*, à quelques mètres à l'W. du croisement de la même grand' route et du chemin de Baronville. On le voit encore, mais dans des schistes moyennement feuilletés renfermés dans les schistes de Matagne typiques, le long de ce dernier chemin, à 640^{m} du N. de la 5e borne kilométrique de la même grand' route.

Enfin, lors de l'excursion de la Société géologique de Belgique en septembre dernier, *Rhynchonella Dumonti* a été trouvé en abondance également dans des schistes feuilletés, formant un petit bassin dans les schistes de Matagne à *Cardiola retrostriata*, *Hyolithes* (1) et *Cypridina serratostriata*, dans la tranchée située au S. du 1er viaduc surmontant la voie ferrée de Beauraing vers Dinant. C'est dans ce dernier gisement que j'ai également trouvé *Cyrtia Murchisoniana*. Mais cette découverte est moins étonnante que la première, car M. Dupont a déjà signalé la présence de ce fossile à Melreux, dans les schistes de Barvaux, qui sont l'équivalent des schistes de Matagne et moi-même, j'ai eu l'occasion de le rencontrer en abondance dans les mêmes couches un peu au N. du point signalé par M. Dupont. M. le professeur Gosselet qui a bien voulu confirmer la détermination de mes Rhynchonelles a attiré mon attention sur un phénomène analogue

(1) D'après mon vénéré Maître G. Dewalque, ces fossiles, connus jusqu'ici sous le nom de *Bactrites*, n'appartiennent pas à ce genre, mais au genre *Hyolithes*.

qu'il a signalé à Trélon et sur les bords du Scheloupe, près de Givet, phénomène qu'il attribue à une lacune sporadique du niveau à *Rhynchonella Omaliusi*, laquelle aurait mis en contact le niveau à *Rhynchonella Dumonti* et celui à *Cardiola retrostriata* en ces deux endroits.

Je ne connais pas les environs de Trélon et il est très probable que l'explication donnée par notre illustre confrère soit exacte ici, mais j'ai de bonnes raisons de croire qu'il n'en est pas de même pour le point mentionné des bords du Scheloupe, peu éloigné du Petit-Caporal, et où l'explication que j'avance me paraît se rapprocher davantage de la réalité.

Ces découvertes ne diminuent nullement la valeur de la *Rhynchonella Dumonti* pour caractériser par son abondance l'assise de Marienbourg [1], mais leur divulgation a uniquement pour but de mettre en garde contre certaines erreurs pouvant se produire par un examen superficiel.

Je saisis cette occasion pour prier M. le professeur Gosselet d'agréer l'expression de ma reconnaissance pour son inépuisable complaisance et pour les conseils judicieux qu'il veut bien me prodiguer.

Séance du 9 février 1896

M. **Delecroix**, Président, remercie de son élection à la présidence et fait des vœux pour la prospérité de la Société.

M. **Queva** remercie également de son élection à la vice-présidence.

M. **Ladrière** présente la carte agronomique de la commune de Crespin et indique sur quelles bases et par quels procédés il l'a construite.

---

(1) Je l'ai rencontrée sporadiquement et en individus isolés en plusieurs endroits dans l'assise de Senzeilles à *Rhynchonella Omaliusi*.

à 4 kilomètres au N.-E.. Le village des Tailles est sur l'arkose, et celui de Chabreheid sur les schistes rouge-lie-de-vin gédinniens, supérieurs à l'arkose.

Il ne faut pas cependant repousser d'une manière absolue la possibilité de trouver du salmien dans le fond des vallées. Ainsi dans la petite vallée du ruisseau des Noireris, entre Chabreheid et les Tailles, on voit, sous les schistes rouges, de l'arkose mélangée de grès verdâtre, puis du schiste bleu, compact, oligistifère, bien analogue à certains schistes zonaires du salmien.

Prolongement salmien d'Odeigne. — Ce prolongement qui affleure sur la route d'Aywaille entre les bornes 89 et 91 et qui s'étend de la borne 89 jusqu'à Odeigne est uniquement formé de schistes rouge-lie-de-vin, assez phylladiques. Ils ressemblent à quelques schistes salmiens, mais ils ont encore bien plus d'analogie avec les schistes gédinniens. On ne peut pas les séparer des schistes de la borne 88 que Dumont a mis dans le gédinnien. Si on prend le chemin qui va de la borne 89 à Odeigne, on marche sur les schistes rouges qui coupent le chemin. Dumont place, on ne voit pas pourquoi, ceux de l'E. dans le dévonien et ceux de l'O. dans le salmien.

Ce qui pourrait donner à supposer que tous ces schistes sont salmiens c'est qu'ils sont recouverts de blocs d'arkose autour des bornes 90 et 91. Ces blocs peuvent être éboulés de la colline côte 571, qui est plus élevée que la route et dont le sol est couvert d'arkose. Il serait peut-être plus simple d'admettre avec Dumont que l'arkose se repose en stratification discordante sur des schistes rouges, qui, alors, ne peuvent être que salmiens. Mais on peut encore faire une autre hypothèse ; les schistes rouges de la route sont peut-être intercalés dans l'arkose, comme on en verra un exemple plus loin.

Le village d'Odeigne est construit dans un large vallon creusé dans les schistes phylladiques rouges et entouré de toutes parts de collines d'arkose. Là encore, on peut admettre une stratification discordante de l'arkose sur le salmien.

Prolongement salmien de Dochamps. — C'est le plus intéressant, parce qu'il offre une coupe régulière que l'on peut suivre depuis Manhay jusqu'au S. de Dochamps, sur une longueur de 10 kilomètres. Les couches y sont inclinées au S. perpendiculairement à la direction dudit prolongement.

Manhay est sur un affleurement de quarzophyllades verdâtres ; entre Manhay et Oster, on voit des phyllades noirs satinés qui alternent avec des quarzophyllades sous Oster et au S. du village. Au N. de La Fosse, on exploite du schiste quarzeux vert, probablement inférieur aux phyllades noirs d'Oster, que l'on voit avec leurs quarzophyllades intercalés, au moulin au S. du village. Ces roches dont l'inclinaison est au S. plus ou moins E. sont évidemment salmiennes.

Les quarzophyllades peuvent se suivre sous Lanormesnil, sur le côté occidental d'un sillon formé par deux ruisseaux venant, l'un du Nord, l'autre du Sud, joindre le ruisseau d'Odeigne au moulin de la Fosse.

Le côté oriental du même sillon montre à Freynieux et au N. du village, des schistes phylladiques rouges, qui ont presque la même direction que les quarzophyllades et doivent aller butter contre eux.

Les quarzophyllades recommencent immédiatement au S. de Freynieux. Entre ce village et la chapelle Lejeune, il y a une belle tranchée ouverte dans des quarzophyllades et des schistes gris-verdâtre, inclinés de 45° au S. 10° O. Ils affleurent aussi partout au S. de Lanormesnil.

l'arkose. Elles se relient par continuité avec celles d'Odeigne, qui ont aussi été considérées comme salmiennes par Dumont.

A 2 kilomètres au S.-E. d'Odeigne, dans le fond du ruisseau d'Aisne, il y a une carrière de schistes quarzeux verdâtres, dont l'attribution est assez difficile, je suis disposé à les considérer comme subordonnés à l'arkose.

Digitation de la borne 91 ou de Bahou. — La bande gédinnienne qui sépare le prolongement d'Odeigne de celui de Dochamps commence au N. par l'affleurement d'arkose de la route d'Aywaille, à l'E. du kilomètre 91. Elle comprend la grande colline de Bahou (côte 571), couverte de débris d'arkose, de grès blanc et de schistes rouges, et la colline qui forme la partie occidentale du territoire de Dochamps, colline couverte de landes et de bois, que j'ai peu étudiée.

Ces deux collines sont séparées par une profonde vallée où se réunissent les ruisseaux d'Aisne et de Fays et que traverse la route d'Odeigne à Freyneux.

Si l'on descend d'Odeigne en suivant cette route, on rencontre au premier tournant les phyllades rouges ; après le second tournant viennent, sur 30 m. de longueur, des blocs d'arkose, puis de nouveau, des phyllades rouges, que l'on suit jusqu'au confluent des deux ruisseaux. Dumont a mis ces schistes dans le gédinnien. En effet, ils contiennent plusieurs bancs subordonnés d'arkose, qui affleurent sur la rive droite du ruisseau.

Les mêmes phyllades rouges se suivent au N.-O sur la nouvelle route de Freyneux à Oster et au S.-O. sur le chemin d'Odeigne à Freyneux. Dans ces deux cas, Dumont les place dans le salmien.

En résumé on ne peut pas séparer tous ces schistes rouges ; ils se suivent pas à pas, il sont tous : ou salmiens, ou gédinniens. Par leur aspect et leur couleur, ils diffèrent des schistes salmiens. Dumont avait parfaitement saisi

cette différence, quand il dit que la couleur des phyllades de Dochamps rappelle les ardoises de Fumai.

Tenant compte de ces caractères, je suis disposé à les considérer comme des schistes gédinniens qui ont acquis par compression une structure plus phylladique. Les bandes rouges du prolongement de Dochamps, que Dumont place dans le salmien, ne seraient donc que des coins de gédinnien qui pénètreraient dans un massif de quarzophyllades salmiens.

Il faut aussi remarquer que les schistes rouges se relient stratigraphiquement à l'arkose.

Au moulin de Dochamps, il y a une épaisse masse de schiste, rouge, intercalée au milieu de l'arkose, et ce schiste contient de gros grains de quarz, analogues à ceux de l'arkose. A la scierie c'est de l'arkose, qui est intercalée au milieu des schistes rouges.

III. — Les grès blancs gédinniens dont il a été question plus haut, méritent toute l'attention du géologue. Ce sont des grès souvent assez purs, à grains fins, blancs, gris ou verdâtres ; dans ce cas, ils passent aux schistes quarzeux verdâtres. Ils sont bien stratifiés, en couches régulières dont l'ensemble peut atteindre 100 mètres. Dans un petit ravin au N. de Samré, ils constituent des rochers escarpés, d'où ils se sont éboulés en formant un cahos comparable aux amas de la forêt de Fontainebleau.

C'est au N. de Samré qu'ils occupent leur plus grand développement, aussi peut-on les désigner sous le nom de *Grès de Samré*.

On les voit entre ce village et la ferme Hennet ; ils affleurent sur la route de Stavelot, à la borne 78 et un peu au S. de cette borne ; puis près des bornes 79 et 80. Ils y sont mélangés de schistes compacts verdâtres, qui peuvent se rapporter à la même assise.

On retrouve plus loin le grès blanc, sur la route de Bihain à Langlir, entre l'arkose et les schistes rouges, puis au S.-E. de Provedroux, dans la même position ; je ne les ai pas suivis plus loin vers l'E.

On ne voit pas de coupe montrant nettement la position des grès blancs ; mais partout ils sont entre l'arkose et les schistes rouges ; ils occupent donc la place des grès fossilifères de Gdoumont, près Malmédy.

Sur le plateau qui est au N. de la Baraque de Fraiture, sur celui qui est entre cette Baraque et Odeigne, de même que sur la colline de Bahou, il y a du grès blanc, mais, comme on ne voit que des débris à la surface du sol, on ne peut pas déterminer sa position exacte par rapport à l'arkose.

On peut tirer des faits précédents les trois conclusions suivantes :

1° Le salmien s'étend moins loin vers le S. du massif de Stavelot que ne le figure la carte de Dumont.

2° Les phyllades rouges d'Odeigne et de la route d'Aywaille, que Dumont place dans le salmien, appartiennent au gédinnien.

3° Les grès blancs de Samré sont intermédiaires entre l'arkose et les schistes rouges.

Séance du 11 mars 1896

M. Barrois annonce à la Société que le célèbre géologue américain, M. **James Hall**, vient d'être l'objet d'imputations calomnieuses de la part de divers journaux français. Le Recteur de l'Académie de New-York a adressé une lettre de rectification à ces journaux.

Comme M. Hall est membre associé de la Société Géologique du Nord, M. Barrois pense que la Société devrait lui adresser une lettre de sympathie en cette pénible circonstance. La proposition est adoptée.

M. Gosselet rappelle que M. **Marcel Bertrand**, professeur à l'Ecole Nationale supérieure des Mines, membre de la Société Géologique du Nord, vient d'être élu membre de l'Institut. Il propose à la Société d'inscrire M. Bertrand sur la liste des membres associés, où se trouvent déjà tous les géologues membres de l'Institut.

M. **Barrois** fait une lecture sur les divisions géographiques de la Bretagne.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Sur les **Cartes agronomiques**
par **J. Gosselet**

La question des cartes agronomiques est à l'ordre du jour dans notre région. On s'en préoccupe dans les Sociétés d'Agriculture des départements du Nord, de l'Aisne et du Pas-de-Calais ; on étudie la question en Belgique. Mais on peut constater des différences bien grandes dans la manière de les envisager.

Les uns supposent qu'il suffit pour faire une carte agronomique de prendre la carte géologique publiée par le ministère des travaux publics, de l'agrandir et d'inscrire dessus quelques analyses de terre ; d'autres y vont plus simplement encore, ils s'imaginent faire une carte agronomique en portant sur une carte les analyses du sol sans même les discuter au point de vue de leurs relations géologiques.

Je trouve ces deux procédés fâcheux, inégalement toutefois. La carte d'analyse chimique du sol ne peut être d'aucune utilité, parce que l'analyse chimique est insuffisante pour renseigner sur la valeur du sol ; quant à la carte géologique avec addition de notes chimiques, elle peut être une cause d'erreurs.

Pour apprécier la valeur agricole d'un champ, il faut connaître la terre arable, le sol vierge, qu'entame souvent le soc de la charrue et le sous-sol dont l'altération alimente par la base les sols vierges et arables à mesure que ceux-ci sont entraînés par les eaux pluviales et les charrois. C'est dans le sous-sol que l'on trouve les éléments essentiels du sol. Or qui peut, sans avoir fait beaucoup de géologie pratique, tracer les limites des divers sous-sols et par conséquent des sols. Dans la même parcelle on peut trouver plusieurs sous-sols, tandis que le même sous-sol s'étend parfois sur des centaines d'hectares. Donc, à moins de multiplier les analyses au-delà de toute mesure, il faut que les échantillons qui doivent servir aux analyses et éclairer sur la nature du sol soient prélevés par un géologue.

J'ajouterai que les analyses doivent être discutées à l'aide de considérations géologiques, sans quoi, elles ne fournissent que des données incomplètes et erronées.

Les substances sur lesquelles les cultivateurs ont intérêt à être renseignés et que l'analyse chimique peut leur dévoiler, sont : les azotates, les phosphates, la potasse, la chaux, l'alumine ou plutôt l'argile.

La quantité d'azotates contenue dans une terre dépend principalement de la manière dont elle a été cultivée et un peu du sous-sol. Les azotates que l'on trouve dans le sol de nos pays y ont été apportés sous forme d'engrais ou empruntés à l'atmosphère et fixés par la végétation, principalement par celle des légumineuses. Par conséquent leur quantité varie avec la culture. Une carte qui indiquerait en un point une certaine quantité d'azote, devient fausse si le mode de culture change, si la terre cesse d'être fumée. Les azotates des engrais entraînés par les eaux pluviales pénètrent dans le sol vierge et dans le sous-sol. Ils s'y disséminent et sont perdus pour la terre, si le sous-

sol est perméable jusqu'à une grande profondeur; ils restent au contraire à la surface et peuvent être atteints par les racines, si le sous-sol contient une couche imperméable, d'où la nécessité, pour apprécier la réserve d'azote contenue dans le sol, de connaître la nature géologique du sous-sol.

La quantité de phosphate, révélée par l'analyse dans le sol arable dépend de ce qui est apporté comme engrais et de ce qui est propre au sol. La première origine est prépondérante dans une grande partie du département. L'analyse chimique du sol, si elle n'est pas accompagnée de celle du sous-sol donnera donc des résultats variables avec la culture.

Cependant beaucoup de contrées crayeuses contiennent du phosphate de chaux naturel provenant de la destruction de la craie phosphatée. Le géologue peut juger si cette origine est possible et si par conséquent le phosphate est propre au sol vierge et au sous-sol.

La potasse est plus uniformément répandue dans le sol vierge. Mais pour la culture, il faut tenir compte de son état minéralogique. Tandis que la potasse, qui est à l'état de feldspath, de kaolin, de schiste, est facilement soluble dans l'eau pluviale chargée d'acide carbonique, celle qui est dans la glauconie ne sort de sa composition qu'avec la plus grande difficulté. Il n'a pas encore été prouvé que la glauconie fournisse de la potasse assimilable. Or la glauconie est excessivement abondante dans le département du Nord. L'analyse chimique, si elle n'est pas accompagnée de l'étude minéralogique, nous dira que le sol est riche en potasse, mais il ne nous apprendra pas si cette potasse peut être utile à la culture.

La chaux est un des éléments de richesse agricole qu'il est le plus nécessaire de connaître. Le géologue l'apprécie très approximativement par l'examen du terrain

tandis que l'analyse du sol arable ne permet pas de distinguer la quantité de chaux, propre au sol, de celle qui lui est apportée par le chaulage. Aussi quand on fait l'analyse d'une terre a-t-on soin généralement d'indiquer depuis quand elle a été marnée.

Une des qualités que le cultivateur a également grand intérêt à connaître, c'est la perméabilité du sol. Un sol trop perméable laisse filtrer les engrais qui se perdent dans le sous-sol, tandis que sur un sol imperméable, les eaux pluviales qui ruissellent à la surface entrainent ces mêmes engrais dans les ruisseaux et les rivières. Le sable est le type des terrains perméables; l'argile ou glaise représente dans le nord de la France le terrain essentiellement imperméable. Donc une carte agronomique doit représenter la nature sableuse ou argileuse du sol, c'est-à-dire la quantité de silice et la quantité d'alumine. La séparation de la silice et de l'alumine est une opération chimique très délicate. J'ajouterai qu'elle est insuffisante. Le sable en grains très fins se comporte comme le silicate d'alumine en produisant un terrain imperméable, tandis que de l'argile enveloppant de gros grains de sable n'empêchera pas la perméabilité du sol.

Je me suis étendu sur ces considérations pour démontrer que des cartes indiquant seulement des analyses chimiques qui ne sont pas guidées par des connaissances géologiques approfondies, n'ont aucune utilité, parce qu'elles ne renseignent pas sur le sous-sol, parce qu'elles confondent la composition variable due à la culture avec la composition naturelle du sol et par conséquent parce qu'elles seraient à recommencer tous les dix ans.

Si la carte de statistique purement chimique est inutile, la carte géologique pure avec annotations chimiques est dangereuse. La carte géologique de France est à l'échelle de 1/80,000, trop petite par conséquent pour pouvoir

recevoir les annotations chimiques. Les géologues qui les ont construites, et je puis en parler puisque je suis du nombre, se sont toujours préoccupés de la question scientifique, de l'âge du terrain, de la limite des assises; or, dans une carte agronomique, l'âge des terrains importe peu ; ce qui doit prédominer, c'est le caractère minéralogique. J'ai déjà eu l'occasion de développer cette considération, de rappeler que nous colorons les argiles des dièves de Maroilles et du Favril de la même manière que la craie à *Inoceramus labiatus* du Pas-de-Calais, l'argile de Louvil comme le sable vert de Mons-en-Barœul. Comment veut-on que se reconnaisse le cultivateur qui consulte la carte agronomique ou même le chimiste qui y inscrit les résultats de ses analyses?

Mais ce n'est pas le seul inconvénient. En raison des faibles dimensions de l'échelle, nous sommes obligés de tricher, de rogner les dépôts très épais, très étendus pour faire place à des assises beaucoup plus minces qui ont un intérêt géologique considérable. Toutes ces erreurs volontaires ou autres se trouveront amplifiées, si on agrandit la carte au 1/40,000, ou même davantage.

Or, les seules échelles qui permettent de donner des renseignements agricoles est celle du 1/10,000 ou tout au plus celle du 1/20,000.

Si donc on veut prendre la géologie comme base de la carte agronomique, et tout le monde est d'accord sur ce point, il faut refaire la carte géologique, la corriger, la compléter, l'adapter en un mot au but que l'on se propose.

Il est je crois inutile d'ajouter que ce travail doit être fait par un géologue, et même par un géologue qui connait parfaitement la structure géologique du pays dont il veut tracer la carte agronomique.

C'est ce qui fait le grand mérite de la carte de la commune de Crespin que nous a présentée M. Ladrière

dans la dernière séance. Cette carte est essentiellement géologique, mais M. Ladrière a trouvé le moyen de marquer le sol et de le rendre assez transparent pour laisser voir le sous-sol. Des sondages très nombreux lui ont permis de se rendre compte exactement de ce sous-sol et de corriger sur une foule de points la carte géologique.

C'est avec une connaissance parfaite de la structure géologique du sol et du sous-sol qu'il a pu choisir les endroits où il devait prélever les échantillons destinés à l'analyse chimique.

Je terminerai en appelant l'attention de ceux qui s'occupent de cartes agronomiques sur un ordre d'idées qu'ils négligent à peu près complètement. C'est l'analyse minéralogique. On a vu plus haut combien il est nécessaire de connaître l'état de combinaison, où se trouve la potasse, la chaux, la silice et les autres substances nécessaires à la végétation.

Tel minéral s'altère facilement ; tel autre résiste à l'action de l'air, de l'acide carbonique et même de l'acide azotique qui peut se trouver dans les eaux terrestres.

Généralement, les agronomes qui font des cartes, commencent par tamiser la terre et rejettent les gros cailloux comme ne jouant que le rôle de matière inerte. N'est-il pas un peu imprudent ce mépris du caillou ? Le caillou fait l'office d'un drain, autour duquel l'eau de pluie circule plus facilement. Aussi, voyons-nous que les cailloux, même les cailloux de silex, qui sont dans le sol ont toutes leurs surfaces altérées; quand deux galets se touchent, la surface de contact présente une surface d'altération qui s'étend tout autour comme une auréole; il peut même arriver que l'action de l'eau chargée d'acide carbonique soit assez puissante pour dissoudre une partie du silex et donner naissance à ces galets impressionnés si

nombreux dans certains poudingues. J'ai montré depuis longtemps quelle était l'influence des cailloux pour le creusement naturel des poches à la surface de la craie. Ce qui est vrai des silex l'est à plus forte raison des cailloux calcaires, gypseux et même feldspathiques. Ils agissent physiquement en concentrant l'eau sur une surface restreinte; ils agissent surtout chimiquement par la dissolution qu'ils éprouvent. Il y a donc lieu de signaler leur présence et leur nature.

En résumé je pense qu'une carte agronomique doit être une carte géologique *spéciale* avec des indications chimiques et minéralogiques.

Je suis heureux de pouvoir abriter mon assertion, que l'on pourrait accuser de partialité sous l'autorité de M. Pétermann, l'éminent directeur de la Station agronomique de Gembloux, qui écrivait [1] :

Dans notre esprit, la carte agronomique ne doit pas être autre chose qu'une carte géologique détaillée, complétée par l'analyse chimique de la terre arable et du sol vierge. L'exécution de la carte agronomique est donc absolument et entièrement du domaine du géologue. Notre prétention ne va pas plus loin que de fournir aux géologues les éléments nécessaires pour compléter leur travail dans le sens que nous venons de développer, en un mot pour donner à leur œuvre un caractère agronomique.

Excursion géologique du 8 mars à **Ostricourt**

Dans cette excursion dirigée par M. le Professeur Gosselet, on a étudié la grande carrière de sable et l'argile qui lui est superposée.

---

(1) *L'exploration chimique de la terre arable*, 1890.

Séance du 22 mars 1896

Sur un rapport écrit de trois membres, M. **Marcel Bertrand** est élu *membre associé* de la Société Géologique du Nord.

M. le Dr **Sauvage**, directeur du Musée d'Histoire Naturelle de Boulogne-sur-Mer, est nommé membre titulaire de la Société.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

De l'existence de nombreux **Radiolaires** *dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche,*

par **L. Cayeux.**

Le Tithonique supérieur du Sud de l'Ardèche est représenté par des calcaires blancs compacts, pauvres en fossiles et caractérisés par le *Perisphinctes transitorius.*

Au microscope, ces calcaires se montrent criblés de petits organismes qui présentent deux manières d'être principales :

1° Sections en cloches de formes variées, simples ou partagées en deux segments inégaux par un étranglement transversal (hauteur moyenne : $0^{mm},06$) ;

2° Sections circulaires ou faiblement elliptiques (diamètre moyen : $0^{mm},05$).

Les unes et les autres sont pourvues d'un double contour et treillissées. Ce sont des coupes pratiquées par la section de la roche dans des *Radiolaires* du groupe des *Cyrtoidea.* J'ai reconnu les genres suivants :

Section des Monocyrtida. — G. *Cornutanna* Hæckel, *Cyrtocalpis* Hæckel, et un genre nouveau qui s'intercale entre les deux précédents.

Section des Dicyrtida. — G. *Sethocephalus* Hæckel, *Dictyocephalus ?* Ehrenb.

A ces formes je dois ajouter un *Rhopalostrum* Ehrenb, qui est l'unique représentant de l'ordre des *Discoidea*.

En résumé, des quatre légions de Radiolaires actuels, deux seules existent dans le Tithonique supérieur de l'Ardèche : ce sont les *Spumellaria* avec le genre *Rhopalostrum*, et les *Nassellaria* avec les formes de *Cyrtoidea* énumérées ci-dessus. Parmi ces derniers, les *Monocyrtida* prédominent de beaucoup et les *Cyrtocalpis* viennent au premier rang. Des recherches ultérieures pourront enrichir cette faune, mais on peut affirmer, dès maintenant, qu'elle a pour caractère d'être peu variée.

Les autres débris organiques qui prennent part à la formation du calcaire à *P. transitorius* sont des spicules calcifiés de *Spongiaires* et des *Foraminifères*. Ils sont d'une grande rareté.

J'ai prélevé les échantillons que j'ai examinés dans différentes localités du Sud de l'Ardèche : Auriolle, Saint-Alban, Berrias, Banne, etc. Tous sont d'une richesse surprenante en Radiolaires. Ces organismes y sont réunis en telle quantité que parfois ils se touchent. Le calcaire qui les renferme est donc issu d'une boue à Rhizopodes siliceux qui rappelle, par sa richesse en organismes, la boue à Radiolaires du Pacifique. Or, le calcaire à *P. transitorius* n'est nullement siliceux. Tous les Radiolaires, sans exception, ont été calcifiés et la substitution du carbonate de chaux à la silice s'est faite de façon à respecter non seulement la forme des organismes, mais encore les détails de structure de leur test. Ce phénomène de métamorphose est en tous points comparable à celui qui a donné les belles Diatomées calcifiées du calcaire de Sendaï (Japon).

Tous les genres cités plus haut vivent encore de nos

jours. Les *Rhopalostrum* recueillis par le *Challenger* sont pélagiques, à l'exception d'une seule espèce trouvée à 1950 brasses. Les *Sethocephalus* sont uniquement pélagiques. Quant aux *Cornutanna* et *Cyrtocalpis*, ils comptent des espèces tant de surface que de profondeur. Il n'y a donc pas de conclusion bien nette à tirer de la distribution bathymétrique actuelle des Radiolaires du Tithonique supérieur. Mais il y a, entre toutes les formes que j'ai examinées, une telle uniformité de taille et d'épaisseur de test, qu'il faut conclure que leur mode de vie a été le même. Comme un certain nombre sont exclusivement pélagiques, j'incline à penser que tous ont été des animaux de surface.

Mes recherches n'ont porté que sur des échantillons de l'Ardèche, mais je suis convaincu que la même composition organique se retrouvera au niveau de *P. transitorius*, bien au delà des limites de ce département.

En ce qui concerne la masse considérable de silice mise en liberté par la dissolution des coquilles de Radiolaires, il est à remarquer qu'elle ne s'est pas fixée sur place sous forme de rognons siliceux. Sauf de très rares exceptions, les silex sont absents dans toute la région que j'ai parcourue. *La silice a donc émigré du calcaire.*

Ce fait n'est d'ailleurs pas isolé. Il existe dans la même région de nombreux niveaux de *Spongiaires*. J'en ai reconnu dans les assises à *Ochetoceras canaliculatum*, *Peltoceras bimammatum*, *Perisphinctes polyplocus*, *Aspidoceras acanthicum* et jusque dans le Tithonique supérieur. Or, les spicules d'Éponges de ces terrains sont invariablement épigénisés par la calcite et les silex y sont inconnus. D'où cette conséquence que le Jurassique supérieur du Sud de l'Ardèche placé à l'origine, au point de vue des organismes siliceux, dans des conditions absolument comparables à celles du Crétacé supérieur du

Bassin de Paris est, pour ainsi dire, dépourvu de silex alors que la craie en renferme un très grand nombre. Je ne suis pas en mesure d'expliquer cette différence radicale. J'ajouterai qu'elle n'est pas spéciale à l'Ardèche. Elle est vraie pour beaucoup d'autres points. Sa généralité en rend l'explication plus mal aisée et aussi plus désirable.

M. le Dr Carton fait la lecture suivante :

Variations du **Régime des eaux** *dans l'Afrique du Nord*

par M. le Dr **Carton**, Médecin major.

Lorsque l'archéologue recherche pourquoi les villes puissantes et nombreuses, les exploitations agricoles dont on rencontre à chaque pas les vestiges dans l'Afrique du Nord, ont été complètement abandonnées, pourquoi le sol couvert jadis de riches moissons, de forêts d'oliviers, est aujourd'hui inculte et dénudé, il est amené à étudier quelles ont été les conditions climatologiques, dans lesquelles ont vécu ses antiques habitants.

Dans cette contrée encore tempérée, mais relativement chaude, et sujette à de grandes oscillations de température, un élément semble, de nos jours, jouer le rôle principal parmi les phénomènes dont l'action a pour résultat d'y rendre impossible ou d'y permettre la vie, c'est l'eau. Dans les régions de l'Europe, et surtout dans l'Europe centrale, où l'eau ne manque presque jamais complètement, les effets de sa plus ou moins grande affluence se traduisent seulement par un accroissement ou une diminution, jamais par une suppression totale de l'activité humaine.

En Afrique, au contraire, la quantité d'eau qui échoit au sol oscille près des limites où elle cesse d'être assez abondante pour permettre à l'agriculture ou à la culture de se développer, et des variations, même légères dans la climatologie, peuvent avoir une grande importance.

Le volume des pluies reste-t-il au-dessous de ces limites, l'homme ne pourra vivre, ou n'y parviendra qu'au prix d'efforts considérables, et sous la menace perpétuelle de périr dans la lutte contre les éléments. Les précipitations atmosphériques sont-elles, au contraire, suffisantes pour permettre à la vie de se manifester, immédiatement, cette élévation de la température qui, dans le premier cas, était un si grand danger, devient ici une cause de fertilité, d'exubérance merveilleuses. Ainsi, dans l'Afrique du Nord, où florissait jadis une nombreuse population, une oscillation, même faible, dans la climatologie a pu produire un changement considérable.

Les causes de ce changement peuvent donc, tout en ayant entraîné des effets très importants, avoir été assez peu frappantes pour qu'on ait omis de leur accorder l'attention, la valeur, quelquefois très grandes, qu'elles méritent.

Cette remarque était nécessaire en raison des divergences d'opinion qui se sont produites relativement à la climatologie de l'Afrique.

L'étude de cette question est en effet très délicate.

En Afrique, on a cru longtemps et j'ai été, d'ailleurs, l'un des premiers à soutenir cette opinion, que la disparition des innombrables ouvrages d'art édifiés par les anciens, suffisait pour expliquer l'appauvrissement du pays.

Le rôle de ces travaux hydrauliques a été considérable, on ne saurait le méconnaître. Mais on doit remarquer que s'ils avaient pour but de recueillir et de conserver l'eau de pluie tombée à la surface du sol, ils n'augmentaient en rien le volume des précipitations.

Or, s'il est vrai que la quantité de liquide qui échoit à l'Afrique lui est suffisante, que, si l'on pouvait conserver une partie de celui qui tombe en hiver pour l'utiliser en

été, bien des points incultes seraient susceptibles de rapport, d'assez nombreux faits tendent à prouver que la somme annuelle des pluies n'en a pas moins varié.

L'eau est moins abondante que jadis à la surface du sol. Il est un fait d'observation, familier à tous ceux qui ont pratiqué l'Afrique : c'est en grande partie le manque d'eau qui empêche de faire des céréales dans de vastes régions, où les ruines des grandes villes indiquent, à n'en pas douter, que le sol portait autrefois de riches moissons. L'existence des forêts qui étaient jadis plus étendues que de nos jours et qui même ont disparu en bien des contrées atteste également ce fait [1].

Dans la profondeur du sol l'eau existait aussi autrefois en plus grande abondance. On a constaté, à plusieurs reprises, que la nappe aquifère s'est abaissée de façon plus ou moins considérable. Dernièrement encore, aux environs de Kasserine, l'administration tunisienne des travaux publics a fait dégager plusieurs puits romains, et, n'y rencontrant point d'eau, a poussé les fouilles bien au-dessous de la maçonnerie, sans résultat.

Il est difficile, en ce qui concerne le débit des sources, de trouver un point de comparaison bien sûr, qui permette d'assurer qu'il ait diminué considérablement, depuis le commencement de notre ère.

Toutes les villes importantes étaient, en effet, alimentées par des sources qui jaillissent encore, et munies de citernes où elles pouvaient, en hiver, emmagasiner une quantité considérable de liquide.

L'observation de ce qui s'observe au voisinage des exploitations agricoles, des fermes antiques est plus probant. Dans certains de ces petits centres, on trouve un

---

(1) V. Tissot. — *Géographie comparée de l'Afrique romaine*, I, p. 277 et suiv. ; — Docteur Carton : *Climatologie et Agriculture de l'Afrique ancienne*, p. 11.

aqueduc ruiné et des réservoirs de petites dimensions, qui étaient des puisards ou des bassins de distribution, mais pas de vastes réservoirs ou des citernes [1]. A notre époque, la source qui les avoisine est tarie durant tout l'été. Comme il n'y a pas, dans le voisinage, d'autre moyen de se procurer l'eau, on doit admettre que l'absence de tout grand réservoir s'explique par ce fait qu'elle coulait autrefois toute l'année.

Ailleurs, j'ai constaté l'abaissement du niveau de la source, l'eau coulant au-dessous du bassin qu'elle alimentait autrefois.

Les forêts ont aussi, dans toute l'Afrique, diminué considérablement en étendue. Je pense que ce fait a causé en grande partie la diminution des pluies, bien plus tôt que cette dernière ait été cause du dépérissement des essences forestières. Car on peut dire que de nos jours et avec la sécheresse actuelle, l'homme pourrait encore rendre à l'Afrique son revêtement en arbres en choisissant des espèces appropriées. C'est pourquoi je n'insisterai pas, pour le moment, sur ce phénomène.

Quoiqu'il en soit, si l'eau tombe encore abondamment en hiver, l'humidité moins grande de la surface, l'abaissement de niveau des puits et des sources (que le seul abandon des travaux hydrauliques ne peut suffire à expliquer), indiquent que le volume annuel des pluies a diminué. On peut objecter à cette opinion que, retenue par les racines des arbres, le gazon, les barrages, l'eau pénétrait en plus grande abondance dans le sol, tandis que de nos jours elle ruisselle à la surface pour se

---

(1) V. les travaux hydrauliques de l'Aïn Hallouf : Dr Carton, *Essai de topographie archéologique sur la région de Souk-el Arba*, p. 19, et *passim*. Je dois ajouter que les ruines qui, comme celles-ci, n'ont pas de grands réservoirs ou de citernes sont tout à fait exceptionnelles.

précipiter dans les bas-fonds. Ce phénomène devait aussi contribuer à élever le niveau de la nappe aquifère ; mais, à mon sens, dans des proportions insuffisantes, pour expliquer à lui seul un changement aussi considérable que celui que j'ai en vue.

On voit, combien l'étude de cette question est complexe.

En outre, le volume annuel de l'eau qui tombe étant suffisant de nos jours comme il l'était jadis, la répartition seule en étant mauvaise j'ai eu, comme archéologue, moins à me préocuper de la quantité d'eau tombée que des résultats produits par la façon dont elle arrivait et dont elle se comportait sur le sol. J'ai donc recherché quelles causes pouvaient jadis modérer, régulariser le régime des eaux ; je parlerai seulement de celles qui offrent un intérêt géologique.

Les forêts ont joué ici un rôle capital. Je n'ai pas à revenir sur la façon dont elles ont pu contribuer à accroître la fréquence des pluies [1] ; mais elles agissent merveilleusement, on le sait, sur le ruissellement.

« Les gouttes de pluie, arrêtées dans leur chute, glissent le long des feuilles, des branches, retardées dans leur

(1) Les forêts « attirent » les pluies, et les pluies font croître les forêts. Il est probable que cette action réciproque se fait sentir dans tous les pays boisés. De nos jours, et avec la sécheresse actuelle, les forêts de la Khoumirie se reconstituent, la broussaille des montagnes s'élève en arbustes là où on lui accorde une protection suffisante, les semis pratiqués dans certaines contrées ont déjà fourni des arbrisseaux de quelques mètres de hauteur. On ne peut donc dire que c'est à la diminution des pluies que la disparition des forêts est due. En revanche, quand on sait quelles ont été, en bien des points étrangers à l'Afrique, les conséquences du déboisement, on est en droit d'admettre qu'à un degré plus ou moins haut, la destruction des arbres empêche de se résoudre en pluie, des nuages qui, dans les anciennes conditions, se fussent condensés (voir à ce sujet Dr Carton, *loc. cit.*, p. 14).

marche par leur adhérence à celles-ci, par leur mille rugosités, arrêtées pour s'emmagasiner dans les cupules formées par l'insertion des feuilles et des branches ou dans le tronc des vieux arbres, pénétrant aussi dans la partie spongieuse d'une écorce privée depuis longtemps d'une grande partie de son eau, gonflant les mousses desséchées qui la recouvrent. Arrivée déjà plus lentement sur le sol, elle est reçue là dans une épaisse couche d'humus formée de débris de végétaux en décomposition, véritable éponge d'une grande puissance d'absorption.

Le sol lui-même, maintenu dans un certain état de fraîcheur par cette couche d'humus, est mieux préparé à recevoir l'eau que s'il avait été, comme les terrains dénudés, formé par une croûte sèche et durcie, difficilement perméable (1) comme d'autre part, grâce au séjour de l'eau dans la couche d'humus sous-jacente, le contact entre elle et le sol est prolongé, la pénétration, et par suite l'imbibition se sont prodigieusement accrues.

Quant au liquide qui échappe à tous ces obstacles et qui glisse à la surface, il rencontre, chemin faisant, les racines des arbres, les touffes de broussaille, d'herbes, minuscules barrages qui le forcent à décrire de nombreuses sinuosités et à n'arriver au ravin qui doit le recueillir qu'après un long contact avec le sol qui en retient encore une partie.

Arrivée de l'eau plus lente dans les parties inférieures de la montagne et de la plaine, transformation d'un torrent à durée éphémère en une rivière au cours régulier, tel est l'un des principaux résultats de l'existence des forêts... »

Le recul ou la disparition des surfaces boisées, en supprimant ces multiples obstacles a dû contribuer, par

(1) Bien souvent, à la suite d'une pluie très abondante, mais courte, nous avons constaté, au cours des fouilles que nous avons dirigées, que l'eau n'avait pas pénétré le sol durci à plus de un à deux centimètres.

l'exagération de la violence des eaux sauvages, à modifier la configuration du sol. J'ai réuni ailleurs [1] les preuves de cet amoindrissement des forêts.

« Entre Fernana et Aïn Draham, à cinq kilomètres environ au nord du premier, s'étend, aux confins de la forêt, une zone broussailleuse, large de plusieurs kilomètres. On y trouve non pas seulement les espèces qui, ailleurs, constituent la broussaille à proprement parler, mais, à l'état de buissons ou d'arbustes, les essences de la forêt voisine qui s'étendait par conséquent autrefois jusque là.

Depuis quelque temps, grâce à la protection dont ils sont l'objet, les jeunes arbres de haute futaie qui y étaient en voie de dépérissement, commencent un peu à dépasser de la tête la verdure voisine.

Si nous n'étions venus soustraire cette broussaille aux incendies, aux dévastations des troupeaux, elle aurait fini par disparaître [2], tandis que dans quelques années, on verra se dresser là des futaies semblables à celles de la forêt plus septentrionale.

Bien des contrées de l'Afrique du Nord ont passé par ce premier stade (qui fut souvent un acheminement vers la dénudation complète) : la forêt se transformant en broussailles. Si les causes qui ont amené un tel changement avaient continué à agir, les buissons eux-mêmes dont les branches les plus élevées sont incendiées, décortiquées ou brisées, dont les pousses sont tondues par les chèvres, eussent fini par disparaître. Et l'on peut encore constater un phénomène de ce genre dans une zone voisine de la broussaille qui touche à la forêt. Çà et là dans les vallons, on voit encore quelque végétation arborescente ; puis les

(1) Carton. — *Loc. cit.* p. 6 et suiv.

(2) Les passants les ébranchent, les bergers les mutilent, les bûcherons en font des fagots. Fromentin : *Une année dans le Sahel.*

groupes s'isolent, s'écartent les uns des autres, et à Fernana, des champs, des terrains de parcours, entourent un chêne fameux, dernier survivant, comme l'a écrit Elisée Reclus, d'une forêt disparue. Dans les ravins, au bord des rivières, aux limites des champs, quelques chênes-liège rabougris confirment par leur présence le témoignage grandiose fourni par l'arbre célèbre, de la diminution de la forêt.

Celle-ci a dû s'étendre assez loin vers le sud, et suivant toute apparence, elle émettait des prolongements jusque vers la plaine de la Medjerdah. En quelques endroits, les croupes rocheuses qui la dominent offrent encore quelques chênes-liège malingres.

Il y a, à dix kilomètres de Fernana, sur le sommet d'une haute montagne qui sépare la Dakhla de la Rokba et et dont le pied est baigné par le fleuve tunisien, un groupe d'une vingtaine de ces arbres, mais dont le tronc tortueux, le feuillage rare, indiquent qu'ils ne tarderont pas à disparaître. Ce sont les vestiges d'un bois qui a couvert autrefois les flancs du Djebel Aïrch (*Herrech* des cartes), et qui se reliait jadis, sans doute, à la forêt de Tabarka.

La Medjerdah est considérée en général comme la limite méridionale de la zone où croissent les chênes-liège, en Afrique. Et cependant, plus au sud, dans la région comprise entre Béja-gare et la vallée de l'oued Ciliana, sur un espace long de plus de soixante kilomètres, on en rencontre encore dans la broussaille un grand nombre. Ils ont dû couvrir une partie des *saltus*, régions de bois et de prairies qui ont existé en ce point, comme nous l'apprend l'inscription d'Aïn Ouassel [1]. Et ce qui prouve bien que les plantations d'oliviers n'ont pas été les seules

(1) *La lex Hadriana et son commentaire par le procurator Patroclus.* Dr Carton : *Revue archéologique* (janvier et février 1893, p. 21).

forêts du pays, c'est l'existence de quelques groupes d'essences forestières.

Il y a dans les environs de Zaouïat el Ayadi un véritable bois, long de sept à huit kilomètres, de chênes-liège à l'état d'arbustes, dont la hauteur ne dépasse pas quatre à cinq mètres ; ils sont perdus dans une végétation luxuriante d'arbousiers et de lentisques. Nul doute qu'en protégeant ce point comme on protège les abords de la forêt de Kroumirie, on arrive en quelques années à y former un bois de rapport.

Parmi les grès qui constituent une partie du Fedj el Adoum, les chênes-liège ne sont pas rares, on les retrouve, mais beaucoup moins nombreux, dans certains vallons du Djebel ech Cheïdi.

L'épigraphie nous apprend que dès l'époque romaine, on s'est attaqué aux bois qui ont couvert cette région, et la loi de l'empereur Hadrien *de rudibus agris*, qu'avait appliquée aux *saltus* le procurator Patroclus, n'avait d'autre but que de les remplacer par des cultures ou des plantations. L'histoire des *saltus* d'*Uci Maius* est intéressante à ce point de vue.

C'était une région dont tous les environs étaient des plus peuplés à l'époque où l'on décida d'en défricher les parties couvertes d'espèces sauvages, sous le règne de Septime Sévère. Alors dans tout le pays s'élevaient ou se construisaient d'innombrables monuments dont un certain nombre nous sont parvenus encore debout. Des villes, de fortes bourgades y étaient disséminées, à une faible distance les unes des autres : *Thimidum Bure, Numluli,* les ruines de Hr Chett, etc. Il est donc fort probable que la forêt avait déjà reculé considérablement à cette époque, devant la culture.

La contrée située immédiatement au Nord fut, dès l'époque numide, des plus prospères, des plus cultivées. C'était la fameuse plaine de *Boll*, tant convoitée par les

Carthaginois, où s'élevait une capitale, *Bulla Regia*, où Massinissa rencontra soixante-dix villes et châteaux-forts. Plus tard, Salluste cite *Vacca*, célèbre par son commerce, située à six lieues de là, et précisément à l'époque de Septime Sévère, d'autres cités avaient, sur son territoire même, pris une extrême importance que les édifices de *Thugga, Thubursicum Bure, Numluli* nous révèlent.

Bien plus, cette contrée est un des points où la colonisation romaine s'est établie le plus tôt. A six kilomètres du village sur le forum duquel nous avons trouvé l'édit de Patroclus, fut fondée par Marius, c'est-à-dire trois siècles avant le procurateur, la colonie d'*Uci Maius*. Or, après trois cents ans, les descendants des premiers colons n'avaient pas encore détruit les bois qui les environnaient et qui, cependant couvraient une bien petite surface (huit à dix kilomètres de diamètre), entourée de tous côtés par les territoires de puissantes colonies ou des municipes. On remarquera que cela se passait au siècle où la richesse, et par suite l'agriculture de l'Afrique, atteignit son plus grand développement, et que les causes de cette prospérité qu'il s'agit de rechercher sont bien antérieures à l'époque romaine.

A ceux qui objecteront qu'il s'agit là d'un pays encore cultivé de nos jours, nous répondrons que nous avons insisté sur la disparition de ces forêts du Nord, parce que c'est la région de l'Afrique où la végétation arborescente offrait le plus de résistance, où elle a survécu à de longs siècles de dévastation dans ce pays dont l'agriculture florissait à une époque reculée, et où, ainsi que nous le prouve une inscription, l'État lui-même s'était attaqué aux bois, en tentant d'y attirer assez de bras pour les défricher [1].

---

(1) Le sol étant, comme de nos jours, d'une grande fertilité en ce point, il y avait avantage à le cultiver ; il n'en a pas été en général de même des hauteurs montagneuses, où l'on n'avait aucun intérêt à détruire les forêts.

Et si, dans le nord de l'Afrique, là où les forêts avaient le plus de chance à résister à tous les agents de destruction, nous voyons que l'étendue en a diminué de façon notable, nous sommes en droit d'admettre que dans les régions plus méridionales, dans le centre de la Tunisie moderne, au climat plus sévère, ces essences moins vigoureuses, ces maigres bosquets de pins d'Alep, de thuyas, de genévriers, d'oliviers sauvages, de lentisques même que l'on rencontre çà et là, subissent depuis des siècles une diminution semblable, d'autant plus rapide que leur situation est plus méridionale et qu'ils ont dû avoir certainement, jadis, une importance, une étendue, bien plus considérable. Nous pouvons même croire qu'un certain nombre de ces groupes d'arbres ont totalement disparu.

Or, ces vestiges de forêts existent au cœur même du pays, dans la Byzacène (1), attestant, par leur présence, les effets désastreux qu'a amenés la substitution d'un peuple de pasteurs à une population agricole.

Sur les bords de l'Oued Melleg, encore tout couverts de broussailles, comme à l'époque de Marius, on rencontre plusieurs bois de pins d'Alep. Il y en a sur le Djebel Cheïdi, et d'une façon plus générale, sur beaucoup de montagnes du centre. Le thuya, qui couvre les contreforts du Djebel Zaghouan, s'étend sur de grandes étendues dans la région comprise entre Sbiba et Kasserine (2), avec de nombreux genévriers.

---

(1) Sbiba est l'antique Sufes, une des villes citées comme faisant partie de la Byzacène. L'étendue de la forêt de thuyas qui l'avoisine est considérable ; nous l'avons pour notre part, traversée sur une longueur de plus de cinq kilomètres.

(2) Les limites septentrionales de la Byzacène renfermaient d'ailleurs des régions bien plus septentrionales que ne semble le croire M. Bourde. Ces limites d'après Tissot (II, 533), passaient par le Djebel Serdj, c'est-à-dire en un point situé à une cinquantaine de kilomètres au sud de Zaghouan.

Plus au sud encore, le pays était loin d'être complètement dénudé. A soixante kilomètres au sud du chott Djerid, en pleine région saharienne, le plateau des Aouyas présente encore un certain nombre de plantations florissantes d'oliviers, les vallées offrent parfois une broussaille assez épaisse, et les habitants du Nefzaoua ont gardé le souvenir d'une forêt qui s'étendait de El Hamma à Kebilli.

Arbres ou broussailles, essences forestières ou cultivées, ont donc couvert autrefois en Afrique les points qui ne portaient pas de céréales, et cela seul nous importe pour le moment.

On a d'ailleurs fait trop bon marché de ces essences plus modestes qui atteignent une hauteur de quatre à cinq mètres et sous lesquels on peut encore, comme jadis, cheminer à l'ombre. Si, comme le constate M. Bourde, elles ne constituent pas de « hautes et épaisses forêts », elles n'en ont pas moins une action réelle sur les pluies et n'en exercent pas moins une protection aussi efficace sur le sol.

Quoi qu'il en soit, et malgré les divergences de détail, tout le monde s'accorde à reconnaître que l'Afrique ancienne a été autrement plus boisée (en prenant ce mot dans sa plus large acceptation et sans nous occuper de savoir s'il s'agit d'espèces forestières cultivées ou de broussailles) que maintenant, et nous aurons l'occasion de citer de grands travaux hydrauliques dont la présence prouve, elle aussi, que le régime des pluies a également varié.

La forêt que l'on traversait autrefois de Tanger à Tripoli de Tébessa à Gafsa, a donc bien existé. Elle a pu se composer de broussailles de lentisques, de bois de thuyas et d'oliviers sauvages, le résultat, au point de vue qui nous occupe, a été le même.

A ces constatations qui suffiraient au besoin, s'ajoutent les témoignages des anciens. Nous renvoyons à l'ouvrage de Tissot, qui les énumère (1), nous contentant de remarquer que Salluste lui-même, dont on a invoqué le texte pour soutenir que l'Afrique était un pays sans arbres (2), parle à maintes reprises des bois, de la broussaille qui couvraient le sol à une époque bien antérieure à la romanisation de cette contrée.

Ici (3), c'est Metellus qui prend position dans un pays boisé (*loca saltuosa*). Ailleurs (4), c'est Jugurtha qui se réfugie dans un pays inculte, où s'élève un mont couvert d'*oliviers* sauvages, de myrtes et d'*arbres* qui ne croissent que dans un sol aride et sablonneux.

Pline le Naturaliste, dans sa description de l'Afrique, parle plusieurs fois (5) de forêts et de troupeaux d'éléphants qu'on y rencontre (6). Souvent il s'agit de contrées méri-

---

(1) Tissot, *loc. cit.* (I, p. 227 et suiv.)

(2) *Guerre de Jugurtha*, XLIX. Ici même, le contexte permet encore une interprétation différente : *ager frugum fertilis, bonus pecori, arbori infecundus.* Il semble que l'historien vise les terres labourables puisque l'énumération qui précède a trait aux produits qui servent à la nourriture de l'homme : un sol impropre à la culture des arbres fruitiers. Celle de l'olivier n'avait pas encore pris l'extension qu'elle eût plus tard.

(3) *Guerre de Jugurtha,* LIV.

(4) *Ibid.* XLIIII.

(5) Dans l'Atlas : V. I, 1. *Imas radices densis, altisque repletas silei , incognito genere arborum.*

(6) En Maurétanie : V, I, 1, *Oppidum Sala, jam solitudinibus vicinum, elephantorum gregibus infectum.* — En Tingitane : V, I, 1, *Ipsa provincia ab oriente fert elephantos.* — A propos du littoral de la petite Syrte (golphe de Gabès) : *excipient saltus repleti ferarum multitudine et introsus elephantorum solitudines mox deserta vasta,* — Noter l'opposition des solitudes peuplées de bêtes féroces, par suite boisées, aux déserts qui ne commencent qu'au delà.

dionales. Or, ces animaux ne vivent que dans d'épais fourrés et dans les forêts d'une grande étendue qui n'avaient pas pu naître depuis l'arrivée des romains.

Nous rappelons enfin que l'épigraphie et en particulier le texte d'Aïn Ouassel nous ont montré que même durant les premiers siècles de notre ère, la broussaille existait en des parties, devenues ultérieurement très riches, des domaines impériaux.

Or, il est un fait certain, c'est que, sous l'influence de la culture d'abord, du régime pastoral ensuite, ces forêts, cette broussaille, qui existaient, on vient de le voir, dans les premiers temps de l'occupation romaine, n'ont pu que diminuer depuis cette époque. Les groupes de thuyas, de pins, dont nous avons vu les vestiges dans le centre de la Tunisie, sont les restes de forêts qui n'ont pu être ni plantées par les Romains qui, en fait de boisement, n'ont connu que les cultures fruitières, ni respectées par les indigènes. »

Toute cette végétation forestière, à laquelle font allusion les textes anciens, a disparu peu à peu, incendiée par les pasteurs, broutée par les chèvres, entraînée avec l'alluvion qu'emportaient les eaux ruisselantes, détruite même par les anciens cultivateurs qui voulaient faire disparaître avec leur richesse, une cause d'invasion [1].

Ainsi, l'Afrique du Nord apparaît, très anciennement, comme un pays couvert de nombreuses et profondes forêts. Quelques-unes d'entr'elles subsistaient encore au début de notre ère, tant au voisinage du Sahara que dans le centre et le Nord ; mais elles avaient déjà fait place en partie à une broussaille étendue, à des plantations ou à des cultures.

---

(1) Une reine berbère, la Kahena, fit couper les oliviers de la Byzacène, qui étaient encore, au VIIIe siècle une source de gros revenus pour cette province.

Après la dislocation de l'empire romain, arbres fruitiers et oliviers disparaissent, la broussaille envahit la plaine et les groupes forestiers des régions méridionales disparaissent ou ne sont plus représentés que par quelques individus étouffés par la végétation broussailleuse. Il y a eu en somme, une diminution progressive et continue du revêtement du sol, en bois.

Quand l'homme procéda à son installation dans les forêts primitives, à mesure qu'il en détruisait les arbres, il établissait des plantations et construisait au flanc des vallées ou sur le cours des rivières, des barrages et des réservoirs qui suppléaient par leur présence, à la disparition des bois, en atténuant aussi la violence du ruissellement. De cette façon, les travaux d'art obviaient aux inconvénients qu'eût offert la dénudation du sol dont le revêtement avait pu disparaître, sans que le régime des eaux s'en ressentît.

Mais cette intervention de l'homme, ce défrichement quelque salutaire qu'il parût, n'en créa pas moins un danger qui, tôt ou tard, devait éclater.

Les forêts, grâce à la générosité du sol, à l'humidité qu'elles y entretenaient, pouvaient croître et se maintenir d'elles-mêmes. Les plantations, les travaux d'art avaient nécessité au contraire un entretien constant. Dès que le changement de mœurs, la venue d'un peuple de pasteurs fit décroître ou cesser la vigilance et les soins dont on les entourait, les arbres dépérirent, les barrages furent éventrés, et, comme la forêt n'existait plus, comme les incendies périodiques et la dent des chèvres l'empêchèrent de repousser, (1) l'eau désormais se précipita avec violence

(1) Mais si ces conditions désastreuses n'avaient pas existé, il est probable que les forêts n'eussent pas eu, pour des raisons d'un ordre plus général, et s'appliquant à toute la météorologie du globe, un climat aussi humide que celui qui, dans les temps géologiques précédents, présida à leur naissance.

à la surface du sol, emportant l'humus et l'alluvion, ajoutant les désastres de la dénudation et du ravinement à l'irrégularité des pluies, conséquence du déboisement et de la pénurie de plus en plus grande de liquide pendant la saison estivale.

Les preuves de ces funestes conséquences abondent.

Sur les bords de l'Oued Gabès, un ancien lit, dans le voisinage des ruines de Tacape, renferme des poteries romaines, à $2^{m}50$ au-dessus du lit actuel. Comme la berge a environ 4^{m} de hauteur, on doit admettre que, depuis l'époque romaine, le lit s'est creusé de plus de la moitié de sa profondeur. Sur les bords de l'Oued Melleg auprès de Sidi Amar, j'ai relevé un fait analogue.

Dans l'Oued Ahmar, près de Teboursouk, le pied de la culée d'un pont antique est à 3^{m} au-dessous du lit d'un torrent qu'il franchissait ; la hauteur totale de la berge est actuellement de 8 mètres.

L'action des torrents, violente dans le sens de la profondeur s'est fait également sentir avec intensité en surface. Les ravins ont remonté vers la montagne, la divisant de profonds sillons, déchaussant à Ain Younès (région de Testour), un magnifique mur de soulèvement.

A Bordj Brahim, près de Dougga, un ravin qui s'arrêtait à quelques mètres au-dessous d'une voie antique l'a emportée et remonte actuellement à près de 300 mètres au dessus ; sa profondeur et sa largeur étant d'environ 5 mètres. Enfin, parmi les nombreux exemples de dénudation que j'ai recueillis, je citerai celui qu'offre l'aqueduc de Dougga dont les regards, qui forment de véritables jalons où le niveau du sol ancien est indiqué par un détail de construction ont été, en certains points, découverts sur une hauteur de près de 3 mètres. En bien des endroits où l'on relève des ruines de fermes, d'exploitations agricoles, le sol dénudé, la roche qui le perce de toutes parts

ne permettraient plus de cultures aussi étendues et aussi prospères que celles attestées par l'étendue des constructions voisines.

Ainsi, les pluies ont certainement diminué en Afrique depuis l'époque de Carthage. Mais la proportion dans laquelle elles ont subi ce changement est difficile à préciser, à l'aide des seules données fournies par l'archéologie. Je dois donc me borner à constater cette diminution dont la cause apparente est surtout le déboisement, mais qui peut être aussi l'effet d'un phénomène climatologique plus général dont je ne saurais rechercher ni l'existence, ni l'importance. Je remarquerai seulement qu'en tous cas, son action ne ferait que corroborer celle des forêts que je viens de signaler.

En ce qui concerne le changement des conditions où s'est trouvée l'agriculture, c'est l'irrégularité des pluies, accrue par le déboisement qu'il faut, à mon avis, incriminer bien plus que la diminution des précipitations atmosphériques. De même que pour les modifications qu'a subies la configuration du sol, c'est la disparition des forêts et la destruction des ouvrages d'art qu'il faut accuser [1].

« Pour peu que l'on ait observé en Afrique, on acquiert facilement la conviction que les années d'abondance et de disette dépendent moins qu'on ne serait porté à le croire du volume d'eau qui tombe dans l'année. L'hiver a pu être très pluvieux ; si les pluies cessent de bonne heure, dans un pays où les années diffèrent « furieusement, » si, dans la période qui sépare la saison humide du commencement de l'été, c'est-à-dire de l'époque où doit se faire la récolte, il ne tombe que peu ou point d'eau, l'année sera une année de disette. Si, au contraire, les pluies ayant été relati-

(1) V. Dr Carton. *Note sur la diminution des pluies en Afrique*, p. 6.

vement peu abondantes en hiver, se produisent, même avec une fréquence restreinte, au cours des semaines qui précèdent la récolte, celle-ci sera certainement abondante, et les années providentielles, comme les appelle justement M. de la Blanchère, deviendront les années ordinaires.

On saisit facilement qu'autrefois la fréquence des pluies étant plus grande, celles-ci aient dû se prolonger plus avant dans l'année, à cette époque qu'on peut appeler la période « critique » pour l'agriculture, et reprendre plus tôt aux approches de l'automne. C'est là ce qui intéresse surtout le cultivateur, qui pouvait ainsi jadis commencer ses labours plus tôt, et avait plus de chances de voir ses récoltes arrosées à une époque où il suffit parfois d'une ou deux ondées pour en assurer la réussite.

On remarquera que pour produire ces rares pluies nécessaires à la fructification, la quantité d'eau ne devait pas être bien grande, et que par conséquent une variation, même faible, dans la climatologie a pu en causer la cessation.

En dehors de cette prolongation des pluies, on doit aussi tenir compte de l'action de l'ombre et de la fraîcheur qui régnaient dans ce pays boisé, permettant aux rares nuages qui se forment en été de se condenser plus facilement que de nos jours, où ils sont enlevés dans les hauteurs de l'atmosphère par la colonne d'air violemment ascendante que produit l'échauffement du sol....

En outre, la terre gardait plus longtemps son humidité et l'air voisin de lui, sa fraîcheur ; l'évaporation par les plantes était moindre ; la vapeur d'eau qui, durant le jour, était retenue sous la cîme des arbres, tombait la nuit, en cette rosée bienfaisante que l'on connaît encore un peu en Afrique. Enfin, la prolongation de la saison pluvieuse procurait à la culture un bénéfice qui, on vient de le voir, a pu être considérable. »

Les sources, également plus abondantes au commencement et à la fin de l'été permettaient les irrigations à l'époque où l'eau est le plus nécessaire en Afrique. De même que le labour et la fumure du sol en augmentaient l'humidité, de même que la suppression de toutes ces conditions a modifié profondément l'agriculture de l'Afrique, de même la disparition des obstacles placés par la nature ou par l'homme sur le trajet de l'eau de ruissellement en a considérablement accru l'action modificatrice.

Les eaux de pluie n'étant plus absorbées en grande partie par le sol, ni retenues à sa surface, y glissent avec rapidité, entraînant son revêtement en humus et en alluvions; des rivières au cours paisible sont devenues de redoutables torrents, et privées d'une partie de l'eau que leur transmettait le sol des forêts, des prairies, des champs, les sources ont elles-mêmes diminué de débit.

Telles sont les causes qui, à ma connaissance, ont modifié la climatologie de l'Afrique ancienne, ou du moins celles qui frappent l'archéologue au cours de ses explorations. Il en existe peut-être de plus générales, des facteurs météorologiques plus vastes. Certains des faits que je viens de citer le donnent à penser. Je m'estimerais heureux si cette note pouvait inspirer à un géologue le désir de les rechercher.

M. Gosselet présente les observations suivantes :

La question que vient de soulever M. Carton est d'une grande importance. Nous sommes trop enclins à supposer la constance des phénomènes météréologiques. Or, l'étude attentive des dépôts géologiques les plus récents démontre que les conditions météréologiques se sont modifiées, même depuis les temps historiques.

Le fait est manifeste pour l'Afrique, M. Carton l'attribue

au déboisement du pays. Il se base sur ce que la quantité d'eau qui y tombe annuellement est suffisante pour alimenter les sources, si on pouvait régulariser le courant et retenir dans le sol la masse qui coule rapidement pendant la saison pluviale. Qui nous dit qu'à l'époque romaine la pluie ne tombait pas plus régulièrement ou en plus grande abondance, ce qui avait permis aux forêts de se développer ?

Lorsqu'on examine les alluvions des rivières du Nord de la France, on voit qu'elles ont subi d'importantes modifications.

M. Ladrière a montré qu'elles ont passé vers le XIIe siècle et vers le IVe siècle de l'ère chrétienne par des périodes de crues violentes et continues, qui peuvent s'expliquer en partie par un mouvement du sol, un abaissement de l'embouchure par exemple, mais qui pourraient aussi trouver en partie leur raison d'être dans l'existence de périodes pluvieuses.

Si nous remontons plus haut, nous voyons une époque où le développement des tourbières et des tufs calcaires semble démontrer une circulation d'eau météorique plus active que ce qui se passe aujourd'hui. M. de Mercey l'avait déjà fait observer à propos des tufs de la Somme. J'ai insisté aussi à plusieurs reprises sur les conclusions que l'on pouvait tirer de l'existence des tufs dits fond de mer à Saint-Omer, et des tufs des environs d'Albert.

Il serait à désirer que les faits analogues à ceux que vient de nous signaler M. Carton, puissent être recueillis partout où ils se sont présentés. Il faudrait y joindre tous les documents historiques indiquant une modification météréologique. On arriverait peut-être à créer une archéologie météréologique, qui s'étendrait presque jusqu'à nos jours, car les observations sérieuses de météréologie datent à peine d'un siècle.

Séance du 10 mai 1896

M. **Delecroix**, Président, donne lecture d'une lettre adressée par le Président de la Société Géologique de Suède, invitant la Société Géologique du Nord, à se faire représenter à Stockholm, à la célébration de son 25e anniversaire.

M. **Gosselet** fait une communication sur les phosphates de chaux d'Etaves et de Crécy-en-Ponthieu.

M. **Lecocq** communique à la Société un échantillon des phosphates de Tébessa, qu'il vient de rapporter d'un voyage en Algérie.

Excursion du 17 mai, à Montigny-en-Ostrevent

La Société visite les sablières de Montigny-en Ostrevent; elle examine le sable vert et les lits de sable blanc charbonneux qui lui sont supérieurs. Puis elle donne toute son attention à l'étude du limon. M. Ladrière expose le résultat des observations qu'il y a faites dans les années précédentes; il est chargé de rendre compte de l'excursion.

Dans un moment de repos pendant l'excursion, la Société vote l'admission comme Membres de: MM. **Gaillot,** directeur de la station agronomique de l'Aisne et de M. **Meunier,** marchand de charbon à Crépy en-Valois.

Séance du 17 juin 1896

M. **Gosselet** fait part à la Société de l'impossibilité où se trouve M. **Crespel** de continuer les fonctions de trésorier, par suite d'une maladie qui le prive momentanément de la vue. Il rappelle les services rendus par M. Crespel ;

il exprime l'espoir qu'il pourra reprendre à bref délai les fonctions qu'il a rempli avec tant de dévouement depuis plus de vingt ans. Le Conseil de la Société a prié M. **Defresne** de vouloir bien suppléer M. Crespel pendant sa maladie.

La Société ratifie à l'unanimité le choix fait par le Conseil et remercie M. Defresne d'avoir bien voulu accepter cette lourde charge.

On procède à la nomination des Commissions ; sont élus :

Commission des Finances : MM. **Lecocq, Ladrière, A. Meyer.**

Commission de la Bibliothèque : MM. **Lagaisse, Queva, Hette.**

Commission de Librairie : MM. **Dewattines, Parent, Brégi.**

M. **Parent** donne lecture de la note suivante envoyée par M. l'Abbé Hérent.

Le Quaternaire à Montigny-en-Ostrevent

par M. l'Abbé **Jules Hérent**

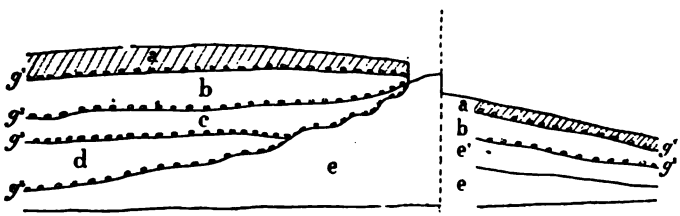
On peut observer dans la sablière de Monsieur Hérent-Blanchart à Montigny, près de Douai, une formation quaternaire épaisse de 7 mètres environ, sur une longueur d'une quarantaine de mètres. Cette coupe est intéressante à plusieurs points de vue. Elle va du S.-E au N.-O.

On y distingue, en comptant l'argile à briques, quatre couches. C'est en allant de haut en bas (voir coupe 1).

1° *L'argile à briques.* — Epaisse de 1m80 avec fragments de grès dont les plus gros sont comme le poing. Un semis de graviers, à fossiles roulés de la craie, la sépare de la couche sous-jacente. On y trouve des silex taillés assez

abondamment surtout au niveau des graviers. Ces silex sont du type Moustérien. Dans les éboulis, j'ai rencontré une hâche polie qui semblait venir de ce niveau.

2° *Sable argileux, dit de fonderie*, épais de 3,20. Ce sable renferme çà et là des galets avec fossiles de la craie. Il repose aussi sur des graviers. On y trouve, surtout à la base, des silex taillés du même type que ceux de l'argile à briques, mais moins nombreux. La base a donné un bois de *renne*.



Coupe I

a Argile à briques.
b Sable de fonderie.
c Argile.
d Sable de maçonnerie.
e Sable glauconieux.
e' Sable blanc à lignites.
g^1 g^2 g^3 g^4 Galets.

J'ai pu faire à la surface de ce sable une observation curieuse. En trois points différents, distants de quelques mètres, cette surface était creusée d'une sorte de fosse ovalaire, profonde de 0m60, longue de 2 mètres et remplie par l'argile à briques. Une dizaine de silex taillés reposaient dans ces cuvettes et l'une d'entre elles renfermait en outre du charbon de bois formant visiblement les restes d'un foyer.

3° *Argile*. — Elle a 0m60 d'épaisseur. Elle devient sableuse vers le S.-E., mais, reste néanmoins dans toute sa longueur en haut et en bas, séparée des couches qui l'enferment, par un semis de graviers. Les graviers de la base ont fourni des dents de *Bos primigenius*. Pas de silex taillés.

4° *Sable gris dit de maçonnerie*. — C'est un sable assez pur, à grains fins ; ressemblant beaucoup au sable glauconieux sous-jacent, sauf qu'il est gris. Il en est séparé par une couche de graviers, dans toute sa longueur. Pas de silex taillés.

Toutes ces couches, sauf l'argile à briques, renferment des débris charbonneux ; elles sont inclinées vers le S.-E., et se terminent en biseau vers le N.-O. ; les plus hautes sont en stratification transgressive sur les autres.

Vient alors le *sable glauconieux* marin ; à surface profondément ravinée et portant d'énormes blocs de grès brisés et à fragments séparés parfois l'un de l'autre à la distance de 10 mètres. Des blocs de ce poids n'ont pu être ainsi déplacés que par des éboulements. Ces grès sont constitués par un sable gros et blanc, bien différent du sable glauconieux.

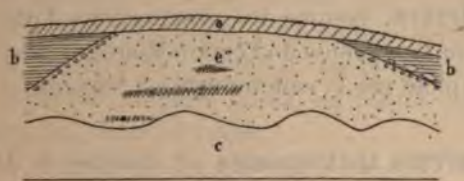
Ce *sable blanc* se retrouve, en place semble-t-il, dans la carrière voisine, dite de Madame Moscou. Là, on ne trouve plus d'argile sous le sable de fonderie ni, non plus, de sable de maçonnerie.

Mais le sable glauconieux est surmonté d'un sable blanc à gros grains, riche en lignites. A la base, on rencontre une surface durcie qui a pu faire dire aux ouvriers qu'il y avait, en ce point, des graviers. Mais il n'en est rien.

Sur une coupe perpendiculaire à la précédente, on voit les couches inclinées dans le sens de la pente de

la colline. Le sable glauconieux forme, sous la colline, une saillie sur les flancs de laquelle viennent s'adosser les couches quaternaires.

Il peut être intéressant de comparer à cette coupe celles des sablières voisines (coupe 2).



Coupe II

b Sable de fonderie.
e' Sable à lignites.
c Sable glauconieux.

Le quaternaire se présente dans la carrière dite des *Monts de Douai* à peu près comme dans la carrière Madame Moscou. Le sable glauconieux y est profondément raviné et recouvert des sables à lignites. Le sable de fonderie vient des deux côtés s'y terminer en biseau.

Dans la carrière du *Petit-Crédit*, plus de sable de fonderie.

Ainsi le sable fin glauconieux c'est le sable tertiaire bien en place. Il semble qu'il se terminait autrefois par une couche de sable blanc à gros grains, peu épaisse, qui, après avoir émergé, a donné pied à une forêt. Des grès et des lignites s'y sont formés jusqu'au moment où les grandes eaux du quaternaire ont ravagé cette formation. Par ci, par là la couche glauconieuse sous-jacente en fut dépouillée totalement et ravinée elle-même, ne conservant comme témoins que les grès culbutés et brisés. Ailleurs elle fut couverte à nouveau de ses débris remaniés.

Le sable de maçonnerie est un remaniement du sable glauconieux.

L'argile qui le surmonte dans la carrière Hérent serait du même âge et marquerait simplement une phase de la même inondation.

Le sable de fonderie, riche en silex taillés avec bois de renne serait d'une époque sensiblement plus récente.

M. **Ladrière,** résume les observations faites par la Société dans l'excursion du 17 mai à Montigny-en-Ostrevent et les complète par la communication suivante :

Le **Terrain Quaternaire** *des environs de Douai*
par **J. Ladrière**

Il y a bientôt quatre ans que j'ai parcouru les environs de Douai pour en étudier le terrain quaternaire.

Alors les travaux de creusement du nouveau canal de Corbehem à Pont de la Deûle étaient en pleine activité, de sorte que j'ai pu relever à l'O. et au S.-O. de la ville plusieurs coupes assez intéressantes.

A la même époque, les sablières de Montigny en Ostrevent, situées à l'E, m'en fournissaient d'autres non moins curieuses.

J'aurais publié depuis longtemps le résultat de mes recherches si je n'avais tenu à soumettre auparavant au jugement de mes confrères de la Société Géologique et à celui de M. Gosselet, en particulier, ma façon d'interpréter l'âge de certaines couches que je rapporte au terrain quaternaire, quoiqu'elles se présentent sous un faciès assez différent de celui que nous leur connaissons.

Malheureusement le canal de dérivation de la Scarpe étant livré à la circulation, le contrôle de mes observations n'est plus possible de ce côté. A Montigny, au contraire, on continue à exploiter les sablières et les tranchées présentent un grand intérêt. C'est là que la Société Géologique s'est rendue le 17 mai, elle y a passé la matinée.

Ont pris part à l'excursion : MM. Gosselet, Queva, Fèvre, Vaillant, Parent, Dewattines, Lecocq, Smits, Delange et Ladrière.

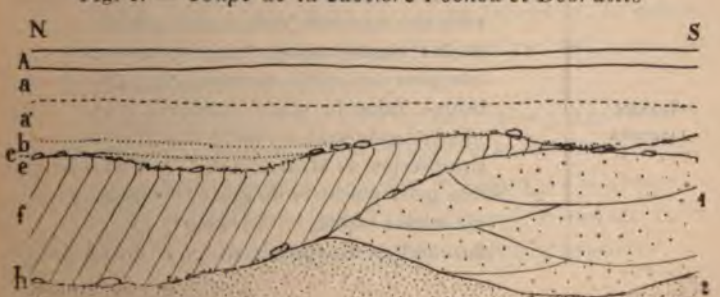
Notre étude a commencé par les sablières Fockeu et Debruille, situées au N. de la voie ferrée de Douai à Valenciennes. Ici les coupes sont moins nettes et moins complètes qu'autrefois ; toute la partie centrale de la colline ayant été enlevée, on en est réduit aujourd'hui à exploiter les deux versants.

Près du chemin de fer on voit :

TERRAIN RÉCENT	*A*	Limon de lavage sableux, renfermant des débris remaniés des roches sous-jacentes ainsi que des fragments de poteries	0.80
T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a'*	Limon glaiseux, gris verdâtre, assez gras, se divisant verticalement en plaques assez volumineuses	0.60
	c	Gravier, lit de granules de silex avec lesquels on trouve çà et là de petits éclats de grès landéniens.	0.02
TERRAIN LANDENIEN		Sable gris verdâtre, glauconieux, à grains moyens, partie visible.	1.00

Plus loin, vers le milieu de la tranchée, de nouvelles couches apparaissent, ce sont :

Fig. 1. — *Coupe de la sablière Fockeu et Debruille*



TERRAIN RECENT	*A*	Limon de lavage avec débris de poteries	0.40
T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre, très compact, traversé de nombreuses tubulures : traces de vers, de racines, tapissées d'un enduit limoneux brunâtre.	0.80
	a'	Limon supérieur brun verdâtre, sableux, compact néanmoins	0.60
	c	Gravier supérieur, petits éclats de silex dont la plupart, entourés d'une gangue calcaire, affectent la forme de véritables granules de craie. On y rencontre parfois des fragments et même des blocs de grès landeniens. . . .	0.05
ASSISE MOYENNE	*e*	Limon rougeâtre très sableux représentant le limon fendillé	0.05
	f	Limon à taches noires. C'est du sable presque pur en très petites veinules, nettement stratifiées, de couleur gris jaunâtre, gris verdâtre ou brune, séparées çà et là par de petites linéoles graveleuses.	2.50
	h	Gravier moyen représenté par quelques granules de silex et quelques rares éclats ou blocs de grès landeniens . .	0.05
TERRAIN LANDENIEN	1°	Sable gris blanchâtre à grains moyens, formant une série de couches plus ou moins enchevêtrées, plus ou moins chargées de débris charbonneux. On trouve dans la masse quelques gros blocs de grès (sables d'Ostricourt, faciès cambrésien de M. Gosselet). .	0.50 à 4m
	2°	Sable gris, pointillé de grains verts de glauconie (sables d'Ostricourt, faciès flamand de M. Gosselet). . .	0.20 à 2.50

Le limon *a'* présente les mêmes tubulures que *a*, cependant, dans un certain nombre d'entre elles, le revêtement, formé de carbonate de chaux cristallisé, est non pas brunâtre, mais blanchâtre et calcaire.

Entre les deux parties *a* et *a'*, aucune trace de ravinement, il y a passage de l'une à l'autre. Leur différence de coloration doit être attribuée à l'altération plus ou moins profonde de la glauconie qu'elles renferment. Complètement transformé en hydrate ferreux rougeâtre dans la partie *a*, ce minéral est à peine modifié dans la partie *a'* et c'est lui qui communique à la roche cette couleur brun verdâtre qui la caractérise.

Nous avons ici un curieux exemple d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques ; on peut le rapprocher de ceux qui ont été mentionnés par notre collègue, M. Vanden Broeck, dans le savant mémoire qu'il a publié sur cette question en 1881.

A propos des sables d'Ostricourt, M. Gosselet nous fait remarquer que les couches supérieures, blanchâtres, avec ou sans lignites, se sont déposées dans une vaste cuvette formée par une profonde érosion à la surface des sables glauconifères.

On peut se rendre compte de l'importance de cette dénivellation en examinant tout à la fois l'allure des couches que nous explorons, et celle des mêmes dépôts exploités sur l'autre versant de la colline.

Enfin, vers l'extrémité N. de la tranchée, la coupe est plus complète encore, du moins en ce qui concerne le terrain quaternaire.

L'ergeron, que nous n'avons pas encore signalé, accuse ici une épaisseur de $0^{m}80$. C'est du sable presque pur de couleur brun verdâtre comme le limon qu'il supporte, il est, comme lui, traversé de tubulures à enduit calcaire parmi d'autres recouvertes d'une matière brunâtre.

Le gravier qui sépare l'ergeron de l'assise moyenne est toujours peu marqué, parfois il fait défaut. Çà et là, à la place qu'il doit occuper, on rencontre quelques blocs de grès.

Souvent la veinule de limon rougeâtre schistoïde qui rappelle le limon fendillé n'existe pas et la limite des deux assises est fort confuse. L'ergeron étant à peu près de même nature que le limon à taches noires, dans les points où ces deux dépôts se trouvent directement en contact, il devient assez difficile de les distinguer.

Mais il n'en a pas toujours été ainsi. Dans une coupe relevée il y a quatre ans, alors que les travaux d'exploitation se trouvaient plus au centre de la colline, j'ai constaté la présence du limon rougeâtre schistoïde sur une longueur de 50 mètres et avec une épaisseur variant de $0^{m}20$ à $0^{m}60$. Nous allons retrouver cette couche dans la carrière Hérent, de l'autre côté de la voie ferrée.

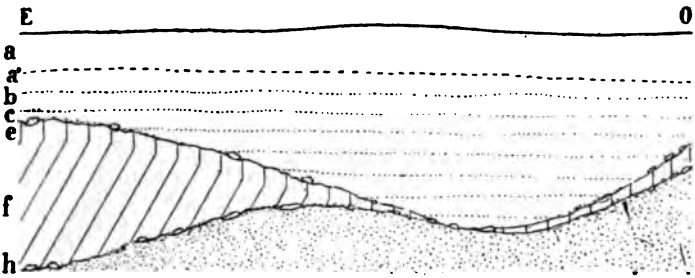
Tandis que chez MM. Fouqué et Debruille on exploite surtout les sables landeniens, dans la carrière Hérent on tire parti de toutes les couches, sauf du limon supérieur, employé uniquement à remblayer les tranchées alors qu'on pourrait en faire des briques de première qualité.

Pour les géologues, cette dernière carrière est plus intéressante que la précédente.

La coupe s'étend de l'E. à l'O. sur une longueur de 50 m. environ. Nous l'avons examinée en différents points, guidés par le propriétaire lui-même, qui a bien voulu nous donner divers renseignements fort utiles et même offrir des silex taillés à quelques-uns d'entre-nous.

Dans la partie E., on voit ce qui suit de haut en bas.

Fig. 2. — *Coupe de la sablière Hérent.*



T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a*	Limon supérieur, brun rougeâtre très compact.	1.50
	a'	Limon supérieur, brun verdâtre, assez gras	0.40
	b	Ergeron à peine indiqué	0.10
	c	Gravier supérieur, granules de silex avec quelques blocs de grès marquant la trace d'un ravinement.	0.05
ASSISE MOYENNE	*e*	Limon rougeâtre assez sableux un peu schistoïde (fendillé)	0.20 à 0.40
	f	Limon à taches noires représenté ici par du sable gris jaunâtre, très fin, presque pur, en petites veinules nettement stratifiées. On y voit de nombreuses traces végétales	3.50
	h	Gravier moyen marqué par de rares blocs de grès et quelques petits éclats de silex.	0.05
TERRAIN LANDENIEN		Sable grisâtre contenant un peu de glauconie, partie visible	1.00

Ici comme chez MM. Fockeu et Debruille le limon supérieur tout entier est traversé de nombreuses tubulures ; mais, tandis que dans la partie rougeâtre superficielle toutes sont revêtues intérieurement d'un enduit

brunâtre, vers la base du dépôt, un grand nombre d'entre elles sont tapissées d'une croûte calcaire.

Le limon supérieur a fourni à M. Hérent un certain nombre de *silex moustériens*.

Vers le milieu de la tranchée, la coupe se modifie, le sable landénien forme une saillie de quelques mètres contre laquelle vient finir en biseau la couche de sable gris jaunâtre qui représente le limon à traces végétales.

Mais si, en avançant vers l'O., on voit le limon avec traces végétales, qui constitue l'ergeron de l'assise moyenne, diminuer peu à peu d'importance et même disparaître complètement, l'ergeron véritable, au contraire, augmente d'épaisseur dans de notables proportions et atteint bientôt 3 à 4 mètres.

Ici encore, il conserve les caractères qu'il a dans la sablière Fockeu et Debruille : sa couleur est brun verdâtre et de nombreuses tubulures le traversent de part en part.

M. Hérent a trouvé à la base de cette couche un certain nombre de *silex moustériens*, lames, racloirs de toute beauté, etc. Ces derniers sont très volumineux et ressemblent beaucoup à ceux de Bas-Luisant, près Chartres ; il y a recueilli également un bois de renne.

Au-dessus, nous voyons affleurer le limon supérieur brun verdâtre, dont la couleur se modifie à mesure que l'on approche de la surface du sol, où il est d'un rouge un peu foncé.

Vers l'extrémité O. de la tranchée, dans une dépression assez profonde, le limon fendillé lui-même est raviné et l'ergeron repose directement sur le sable landénien dont il n'est séparé que par un lit de granules de silex et quelques blocs de grès.

Mais bientôt sur une nouvelle saillie des sables glauconifères le limon fendillé réapparaît. A son tour, il recouvre les sables sans autre interposition qu'un lit de granules et quelques blocs de grès.

Au-dessus, il y a encore une couche d'ergeron, mais son épaisseur, qui était de 3 mètres à quelque distance vers l'E, se trouve ici réduite à 0.80.

Entre les deux, la séparation est marquée par des granules de silex accompagnant quelques blocs de grès assez volumineux.

Quant au limon supérieur, il se présente chez M. Hérent sous les deux aspects qu'il a dans la carrière précédente.

Si, au point de vue du terrain quaternaire, la coupe de l'exploitation Hérent est plus intéressante que celle de la sablière Fockeu, parce que le limon rouge schistoïde (fendillé) existe dans presque toute sa longueur, il faut reconnaître néanmoins qu'elle est bien incomplète encore, attendu qu'on n'y voit ni le limon panaché, ni les diverses couches qui constituent l'assise inférieure.

Les sables gris blanchâtres avec lignites et blocs de grès, qui existent de l'autre côté de la voie ferrée, font également défaut ici, le terrain quaternaire repose directement sur les sables landeniens glauconifères. Ces sables, appelés *sables aigres* par les ouvriers, sont exploités pour le pavage et la maçonnerie. Au contraire, ceux qui appartiennent au terrain quaternaire, limons à taches noires et ergerons sont recherchés des mouleurs et des fondeurs sous le nom de *sables gras*.

Pourquoi cette disctinction ?

Le sable glauconifère landenien est quartzeux, à grains moyens, assez réguliers et à peu près égaux en volume ; la glauconie n'y est pas très abondante, le calcaire y fait complètement défaut.

Le sable gris jaunâtre, représentant le limon à taches noires, est à grains beaucoup plus fins ; on y trouve quelques agglutinations formées par un ciment ferrugineux, les grains moyens y sont fort rares. Ces sables contiennent un peu de glauconie et des particules charbonneuses, mais aucune trace d'argile ni de calcaire.

Enfin, l'ergeron proprement dit est formé de sable presque pur dont les grains sont assez identiques, comme volume, à ceux du limon à taches noires; leurs angles sont fort émoussés ; on y trouve un peu d'argile et de glauconie et quelques particules charbonneuses. Le carbonate de chaux cristallisé remplit la plupart des tubulures qui le traversent dans tous les sens.

C'est donc presque uniquement à cause d'une différence, très sensible d'ailleurs, entre la forme et la grosseur des grains de chacun de ces dépôts que l'on a des sables gras et des sables aigres.

Avant de reprendre le train, nous jetons un coup d'œil sur une autre tranchée contiguë à celle de M. Hérent, mais beaucoup moins importante.

Ici le terrain quaternaire est très réduit, le limon supérieur seul est exploité comme terre à briques sur un assez long parcours. Vers le haut, il est typique ; mais, à sa base, il conserve la couleur vert brunâtre qu'il a dans les tranchées voisines. L'ergeron manque presque partout. Sous une linéole graveleuse, où l'on rencontre de distance en distance un bloc de grès, il y a parfois un lambeau de limon rougeâtre, échappé au ravinement, et au-dessous, une faible couche de sable gris jaunâtre, séparé des sables landeniens par un lit graveleux.

L'excursion s'est terminée vers dix heures par l'étude de cette dernière tranchée. Tout le monde paraissait convaincu et satisfait.

Nous avions vu à Montigny certaines couches du terrain quaternaire avec des caractères tout particuliers. Malheureusement, comme je viens de le dire, la série en est assez incomplète, ni glaise, ni limon panaché.

Dans les environs de Douai, ces couches sont à peine représentées et très rarement mises à jour.

Une occasion s'est présentée cependant il y a quelques années. Lors du creusement du canal de dérivation de la Scarpe, j'ai pu relever, dans les talus nouvellement dressés, quelques observations que je crois utile de consigner ici.

A Corbehem, au point de rencontre du nouveau canal avec l'ancien, une première tranchée montrait de haut en bas.

Terrain récent	*A*	Limon de lavage	0.60
Assise supérieure	*b*	Ergeron très sableux, rempli de granules de craie.	0.50

A mi-côte, entre les deux s'intercale une couche de limon supérieur, très mince d'abord, mais qui augmente peu à peu d'épaisseur et finit par affleurer bientôt pour former la terre arable.

Plus loin, dans une tranchée ouverte pour la construction de la première écluse, j'ai vu :

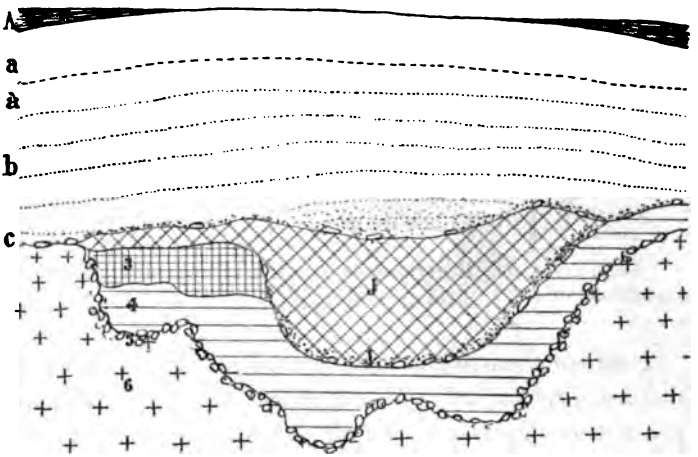
Assise supérieure	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre; devenant verdâtre à la base	1.20
	b	Ergeron sableux et graveleux	1.80
	c	Gravier supérieur formé surtout de granules de craie.	0.40

L'assise moyenne manque complètement en ce point. Sous le gravier supérieur, il y a :

Assise inférieure	*j*	Glaise grisâtre contenant : hélix, bulimes succinées, etc. et de nombreux débris végétaux	1.50
	l	Diluvium crayeux.	»

Toutes ces couches se développent à mesure que l'on gravit le coteau qui porte la voie ferrée de Douai à Arras. A 50 mètres en deça du viaduc, un des talus montrait :

Fig. 3. — *Coupe relevée dans un des talus du canal.*



T. QUATERNAIRE ASSISE SUPÉRIEURE	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre, argileux, rempli de débris végétaux et traversé de nombreuses tubulures : trous de vers, de racines, etc. tapissées d'un enduit brunâtre	1.50
	a'	Limon supérieur assez plastique, vert brunâtre, en bandes plus ou moins colorées, contenant les mêmes tubulures que le dépôt précédent, mais le revêtement de celle-ci est souvent blanchâtre et calcaire.	0.60
	b	Ergeron verdâtre en linéoles sableuses, argileuses ou graveleuses, formant des veinules parallèles un peu ondulées, parfaitement stratifiées que l'on peut suivre sur plusieurs centaines de mètres. La plupart des tubulures qui traversent l'ergeron présentent, comme celles du limon qui le recouvre, un enduit calcaire	3 »
	c	Gravier supérieur formé de granules de craie	0 10
ASSISE INFÉRIEURE	*J.*	Glaise grisâtre assez compacte avec coquilles	0.50
	l	Diluvium graveleux formé et de granules de craie et de fragments simplement arrondis, de même nature, au milieu desquels on trouve parfois quelques gros silex et quelques blocs de grès. .	0.40

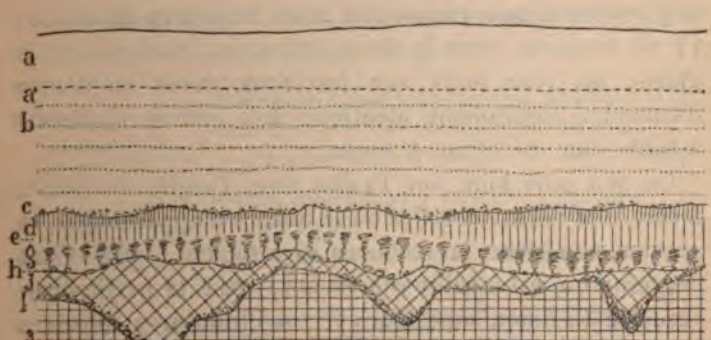
En dessous, on voit, en différents points :

3 Tuffeau gris verdâtre, très glauconieux en plaquettes assez solides 1.50
4 Argile de Louvil, brun noirâtre, très grasse 1.20
5 Conglomérat formé principalement de moellons de craie arrondis, usés. 0.50
6 Craie fendillée contenant une immense quantité d'eau.

Dans cette région de Corbehem, Lambres, etc., le sol tertiaire et le sol crétacé même ont subi de profondes érosions ; leur surface, au lieu d'être horizontale, présente une série de poches où le diluvium et la glaise quaternaire acquièrent une importance notable. L'une d'elles ne mesurait pas moins de 15 mètres de longueur sur 4 mètres de profondeur.

La coupe dont je viens de faire la description a été prise en long dans le talus O. du canal. En voici une autre qui la complète heureusement, c'est le profil de la banquette de terre qui supportait la voie ferrée avant l'établissement du viaduc.

Fig. 4. — *Coupe relevée sous la voie ferrée.*



Assise supérieure	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre. . .	1.50
	a'	id. id verdâtre . . .	0.40
	b	Ergeron sableux avec linéoles graveleuses, tubulures tapissées de carbonate de chaux et nombreuses traces végétales	2.50
	c	Gravier supérieur.	
Assise moyenne	*d*	Limon tourbeux, brunâtre ou gris, contenant quelques poupées et des granules de craie.	0.10
	e	Limon rougeâtre, bariolé, schistoïde, représentant le fendillé . . .	0.40 à 1.20
	g	Limon panaché conservé seulement dans quelques poches où il atteint parfois .	1.50
	h	Gravier moyen, lit de granules de craie assez épais dans les dépressions.	0.05 à 0.30
Assise inférieure	*J*	Glaise grise comblant la plupart des cavités creusées dans les couches tertiaires	0.20 à 3
	l	Diluvium formé de blocs de craie, de silex arrondis et d'une quantité considérable de granules dans du sable vert.	0.60
	3	Tuffeau en plaquettes.	

Au N. de la voie, dans les talus E. du canal, on rencontre une coupe absolument identique à celle-ci. Je ne m'y arrêterai pas quoiqu'elle m'ait beaucoup intéressé ; j'y ai ramassé, vers la base, entre le diluvium et la glaise, *un silex taillé* sur les deux faces en forme d'amande, absolument identique aux petites hachettes à taille fine de Saint-Acheul.

Un peu plus loin, sur l'autre rive, l'argile de Louvil forme une série de selles où le tuffeau n'apparaît pas, le gravier supérieur la recouvre directement ; puis vient l'ergeron qui est à peine représenté ; c'est la partie brun verdâtre du limon supérieur avec ses tubulures calcaires

et ses nombreuses traces végétales qui est surtout bien développée, elle ne mesure pas moins de 1m20.

En avançant vers Douai, les dépôts quaternaires diminuent d'importance ; le plus souvent l'assise supérieure repose seule sur le tuffeau ou sur l'argile de Louvil ; parfois c'est la glaise que l'on rencontre sous un peu de limon récent formant ainsi un sol marécageux.

Entre Douai et Pont de la Deûle, le limon supérieur est exploité un peu partout pour la fabrication des briques. A la grande écluse, on a traversé :

Assise supérieure	*a*	Limon supérieur brun rougeâtre . . .	1.20
	a'	id. gris brunâtre avec concrétions calcaires ou poupées assez nombreuses	1 00
	b	Ergeron fin très sableux à stratification bien dessinée par des linéoles de granules de craie qui augmentent d'importance vers la base. Dans les poches, sous l'ergeron stratifié il y a du sable roux presque pur.	2.50
	c	Gravier supérieur formé de très petits granules et de sable grossier. . . .	0.80
		Sable vert, très compact, partie supérieure du tuffeau.	

Au-dessus du nouveau pont, les dépôts supérieurs du terrain quaternaire disparaissent et les talus présentent la disposition suivante de haut en bas :

Terrain récent		Tourbe argileuse brunâtre avec coquilles	0.30
		Gravier composé uniquement de granules de craie.	0.10
Assise inférieure	*J*	Glaise sableuse gris verdâtre, très compacte.	0.40
	l	Diluvium formé de granules de craie et de quelques rares silex	0.15
		Tuffeau très sableux contenant de nombreux fossiles s'effritant complètement au contact de l'air.	

Enfin, près du canal de la Haute-Deûle, les seules couches qui ont été mises à jour sont les suivantes :

Terrain récent		Tourbe argileuse	0.40
		Gravier de nodules de craie	0.20
Assise inférieure	*J*	Glaise gris bleuâtre, très sableuse, très compacte. C'est plutôt du sable vert très fin en petits lits séparés par quelques granules de craie.	1.50
	i	Diluvium crayeux.	0.20
		Glaise bleuâtre très compacte (Argile de Louvil).	

De ce qui précède nous retiendrons les faits suivants :

Dans les environs de Douai, le terrain quaternaire présente un faciès un peu différent de celui qu'il a dans le sud de notre département.

L'assise supérieure atteint un dévoloppement normal, mais les assises moyenne et inférieure sont considérablement réduites.

Enfin, l'assise supérieure a fourni de nombreux silex moustériens ; une hache taillée de forme acheuléenne a été trouvée dans l'assise inférieure.

M. **Parent** lit une seconde note de la part de M. l'Abbé Hérent.

Note sur l'Existence à Moncheaux, près Douai, des « Sables de Mons-en-Pévèle »

par l'abbé **Jules Hérent**

Dans une communication insérée récemment aux *Annales* (1) sur la colline de Mons-en-Pévèle, je laissais espérer que les travaux du chemin de fer permettraient de résoudre cette question restée sans réponse : la for-

(1) Annales 1895, t. XXIII, p. 186.

mation qui couronne la colline de Moncheaux est-elle de l'âge des *Sables de Mons-en-Pévèle*, ou bien doit-elle être attribuée à *l'argile d'Orchies* ?

La réponse est venue en effet. A 200 mètres de la gare de Moncheaux, dans la direction de Douai, la voie coupe une formation où l'on peut voir les lumachelles à Nummulites identiques au *grès de Pève*. C'est une argile légèrement sableuse, marneuse çà et là, où j'ai recueilli avec *Nummulites planulata* abondante, *Ostrea multicostata, Ostrea raridamella, Xanthopsis bispinosus*, dents de requins.

Ce point est à l'altitude 65, ce qui donne à la formation une épaisseur d'au moins 21 mètres (86-65). Cette observation, jointe à d'autres, confirme aussi que la formation est sensiblement plus argileuse à Moncheaux qu'à Mons-en-Pévèle. Il devient encore de plus en plus probable que ce sont les « Sables de Mons-en-Pévèle » qui couronnent le coteau de Thumeries (altitude 68) et le coteau de Wahagnies (altitude 68).

M. **Parent** lit la note suivante de la part de M. Péroche.

*Au sujet de l'*État climatérique de l'Afrique septentrionale

par **J. Péroche**

M. le Docteur Carton a fait à la Société géologique, dans une de ses dernières séances, une très intéressante communication sur la diminution des pluies en Afrique, depuis l'époque romaine, particulièrement dans la Tunisie.

Aux observations très judicieuses formulées à cette occasion par M. Gosselet, touchant des constatations de même nature spéciales à nos régions, je voudrais joindre

quelques considérations plus générales se rattachant à cette grande question des climatologies du passé.

C'est surtout à l'abondance de sa végétation que la Tunisie aurait dû, d'après notre savant collègue, le régime hygrométrique qui alors a été le sien, en ce sens qu'elle y aurait favorisé les chutes aqueuses et assuré, par ce fait, l'alimentation des nappes souterraines, réservoirs des sources et des cours d'eau qui maintenaient au sol la fraîcheur dont il a eu besoin.

Il est hors de doute que l'état de choses indiqué n'a pu rester sans action sur la météorologie du lieu ; mais comment et sous quelles influences s'était développé cette végétation ? Evidemment les grands travaux exécutés n'avaient pu qu'y aider. La cause première de son expansion n'aurait toutefois pu être là, et si les forêts et les plantations ont plus tard attiré les pluies, il leur a bien fallu, à elles aussi, des pluies pour naître et pour prospérer. D'où celles-là seraient-elles venues ?

Il n'y a pour moi, que la précession des équinoxes à laquelle on puisse sûrement s'adresser pour avoir la réponse à cette question. Si le balancement qui constitue le mouvement a pour effet d'amener des réchauffements, il a aussi pour conséquence de déterminer des refroidissements et c'est simplement au dernier de ces revirements que serait due la situation dans laquelle les Romains avaient dû trouver la riche province dont ils s'étaient emparés et de laquelle ils ont su tant obtenir.

Je n'ai pas à rappeler ici ma théorie de l'action précessionnelle sur les températures du globe. Bien que niée par Arago et par beaucoup de savants qui l'ont suivi dans la même voie, la réalité n'en est pas moins positive, comme je l'ai démontré. Tous les 10.500 ans, en raison du balancement de notre planète, nous passons donc d'un

maximum de chaleur à un maximum de froid, selon les positions que nous occupons sur notre orbite, à l'aphélie ou au périhélie. Or, nous avons eu notre phase de chaleur, avec son maximum, il y a 646 ans, et la phase de froid qui l'a précédée pour nous, remonte, aussi avec son maximum, à 11,116 ans. A l'époque de l'occupation romaine des provinces africaines de la Méditerranée, on était donc encore à une distance du maximum de chaleur vers lequel on tendait, double de celle d'aujourd'hui, et il est certain que, dans ces conditions, le climat ne pouvait être le même. Il devait d'autant plus différer qu'on sortait alors d'une phase de froid, tandis qu'on s'éloigne aujourd'hui de la phase de chaleur. Même dans la Haute Egypte, il y a 4 à 5,000 ans, il y avait encore de vraies richesses végétales, et, en Judée, 2,000 ans plus tard, de grands troupeaux dont vivaient les patriarches trouvaient toujours, sans difficulté, la nourriture dont ils avaient besoin. Quelque chose d'analogue devait nécessairement exister dans les pays plus ou moins avoisinants, et quoi d'étonnant que la Tunisie, par exemple, ait encore participé, plus tard, aux mêmes avantages.

S'étonnera-t-on que la précession puisse avoir de pareils effets ? Au 13me et au 14me siècle de notre ère, la culture de la vigne primitivement cantonnée chez nous dans quelques recoins de la Provence, ne s'était-elle pas étendue jusqu'au delà de nos frontières du Nord ? La Belgique, l'Angleterre et jusqu'à la Hollande ont eu leurs vignobles, quelques-uns même donnant de bonnes et abondantes récoltes. Combien, depuis lors, la vigne ne s'est-elle pas retirée ? A l'origine, les Danois n'avaient-ils pas trouvé, au Groënland, de verts pâturages qui leur avaient servi à la dénomination de la contrée, et il en était de même en Islande. Où sont aujourd'hui les herbages d'alors ? Et si nous retournons si visiblement vers les froids, à

l'époque romaine n'y était-on pas plus engagé encore ? Certes, les Romains se sont montrés de grands maîtres en agriculture, sur le sol africain particulièrement ; mais la climatologie les a sûrement aidés dans une large mesure.

L'opinion de notre confrère est, qu'il eût suffi d'une faible action pour amener en Tunisie la situation qui y existe, et que des pluies printannières moins abondantes auraient pu, seules, par exemple, compromettre le succès des récoltes d'alors.

L'action précessionnelle appartient justement à cet ordre. Elle n'a rien que de très faible dans sa progression, tout en agissant cependant d'une manière sensible. Ce qu'il ne faut pas non plus oublier, c'est qu'en même temps qu'il modifie les moyennes de la température le balancement de la précession allonge ou raccourcit les saisons suivant les phases. A l'époque romaine, nos hivers perdaient en durée, alors qu'ils regagnent aujourd'hui. Ce n'est, du reste, pas avant 600 ans que nous aurons retrouvé la situation cosmique du commencement de notre ère. Seulement si elle redevient alors la même à cet égard, elle ne le sera pas sous le rapport des influences qui s'y ajoutent. Alors, en effet, on sortait d'une phase de froid dont l'influence devait encore se faire sentir, tandis que maintenant nous nous éloignons d'un maximum de chaleur dont les effets n'ont naturellement pas encore disparu.

Il m'a semblé que ces quelques mots étaient nécessaires pour mettre dans tout son jour la situation étudiée par notre savant collègue. La Tunisie lui doit beaucoup. Elle ne lui devra pas moins après ce court commentaire.

Excursion en Ardenne

FAITE DU 5 AU 13 AOUT 1895

par les élèves délégués de toutes les Facultés de France

sous la direction de

M le Professeur GOSSELET

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille

Compte-Rendu par

L. FAUCHERON (1er, 2e et 3e jour).
P. GRANGE (4e, 5e, 6e et 7e jour).
C. ROUX (8e et 9e jour).
Licenciés-ès-Sciences Naturelles

Faisaient partie de l'excursion :

Faculté de	BESANÇON.	MM.	Belgy
»	»		Marceau.
»	BORDEAUX.		Pétard.
»	»		Laborde.
»	CLERMONT.		Giraud.
»	DIJON.		Renaut.
»	GRENOBLE.		Brunet-Manquat.
»	»		Offner.
»	LILLE.		Ducamp.
»	»		Riche.
»	»		Hautefeuille.
»	»		Lagaise.
»	LYON.		Roux.
»	»		Grange.
»	»		Faucheron.
»	MONTPELLIER.		Combres.
»	NANCY.		Crettier.
»	»		Florentin.
»	»		Grégoire.
»	»		Ferret.
»	RENNES.		Guyot.

Excursion du 5 Août

Le 5 août 1895, les élèves délégués de toutes les Facultés de France se trouvent réunis à Charleville où M. le Professeur Gosselet expose la structure de l'Ardenne, dans une salle du Lycée, mise gracieusement à sa disposition par M. le Proviseur.

L'Ardenne est un massif montagneux qui fait partie de la ceinture du bassin de Paris.

Les massifs montagneux disséminés à la surface du globe sont de diverses natures et de divers âges. Les massifs montagneux de la Provence étudiés dans l'excursion de l'année dernière, et qui sont en relation avec les Alpes presentent beaucoup de faits analogues à ceux que nous pourrons observer dans l'Ardenne.

Les roches qui constituent les divers massifs montagneux ont d'abord été déposées horizontalement au fond des bassins de sédimentation : les lacs et les mers ; il a donc fallu l'intervention de mouvements orogéniques pour redresser et plisser ces couches primitivement horizontales : c'est ce que l'on a pu constater en Provence, c'est aussi ce que l'on pourra observer dans l'Ardenne, avec cette différence que l'Ardenne a été formée bien avant les massifs montagneux de la Provence.

L'Ardenne est en effet très vieille, et par suite de l'action destructive des agents atmosphériques et des cours d'eau, ses pics ont disparu et il ne reste plus qu'un noyau qui a la forme d'un plateau ; c'est au milieu de cet énorme plateau que la Meuse a creusé sa vallée ; l'altitude de ce plateau, parfaitement uniforme, ne dépasse guère 507 mètres !

L'Ardenne est donc un massif montagneux qui a été complètement arrasé.

Transportons-nous à une époque plus ancienne, alors que le massif existait déjà et était plus élevé ; à l'époque

triasique par exemple. A ce moment, de chaque côté du massif, s'étendaient des parties plus basses constituant des plaines et des bassins. Le phénomène géologique qui a relevé l'Ardenne a chassé la mer. Plus tard la mer revint sur les flancs de l'Ardenne actuelle, qu'elle n'atteignit pas encore complètement ; elle arrivait jusqu'à Habay (Belgique) et approchait même de la frontière française. Ce n'est qu'à la période liasique qu'elle atteint les bords de l'Ardenne française. Nous trouvons à Charleville les dépôts liasiques en stratification horizontale sur les terrains plus anciens qui sont inclinés. On observe la même discordance à Aiglemont, où le Lias horizontal repose sur le massif Ardennais incliné vers le sud.

Ce fait géologique a une grande importance : *cette stratification discordante montre d'une façon évidente que le plissement de l'Ardenne est antérieur au Lias.*

A Habay on constate également l'horizontalité du Trias, et à Stavelot, près de Spa, on trouve les traces d'un ancien lac triasique également horizontales.

En allant de Paris à Mézières, nous avons vu des couches de plus en plus anciennes, bien que l'altitude fut peu différente ; c'est que tout ces dépôts plongent vers Paris, et un puits fait dans cette ville, rencontrerait très probablement le Lias à 2 kil. environ de profondeur. Quant au Trias on ignore quelle serait sa nature ; il serait très probablement analogue à celui du Sperenberg dans l'Allemagne du Nord.

Nous avons quitté les terrains tertiaires entre Fimes et Reims et nous avons rencontré les dépôts secondaires.

Au fur et à mesure que ces derniers se formaient, la mer se retirait vers le centre du bassin de Paris ; elle était aux environs de Reims à la fin du crétacé.

A l'époque tertiaire la mer revient et recouvre presque toute la partie occidentale de l'Ardenne qui s'est abaissée.

On retrouve en effet sur le plateau de l'Ardenne, à Rocroi, des sables tertiaires. Nous pourrons constater à Givet ces dépôts tertiaires. Dans toute l'Ardenne occidentale on trouve le tertiaire vers 300 mètres d'altitude.

Nous n'étudierons pas ces terrains et nous nous reporterons à l'époque où l'Ardenne n'était pas encore formée.

Les premiers sédiments consistent en schistes et en quartzites.

Les *schistes* sont des roches qui ne sont pas très dures, qui se divisent facilement en feuillets et dans lesquels le microscope révèle la composition suivante : grains de quartz et lamelles de mica potassique. Les lamelles de mica disposées sous forme de lames, enveloppent les grains de quartz.

Il ne se dépose plus de schistes de nos jours et l'on ne rencontre cette roche que dans les massifs montagneux dont les couches sont fortement redressées ; ils ne dépendent cependant pas d'un âge plutôt que d'un autre : très anciens dans l'Ardenne, ils sont tertiaires dans les Alpes ; ce sont des roches métamorphiques.

On peut considérer les schistes comme d'anciens dépôts d'argile ou de quartz et d'éléments feldspathiques plus ou moins altérés. L'élément feldspathique ou alumineux se serait transformé en mica sous l'action du métamorphisme.

On trouve également dans les schistes d'autres minéraux qui colorent cette roche, tels la chlorite qui les colore en vert, le fer oligiste en rouge, le charbon en noir ; les cristaux de fer oligiste, de pyrite cubique, d'aimant, sont en grande abondance.

M. Gosselet a cru pendant longtemps que l'aimant s'était déposé sous forme de cristaux dans les terrains primaires ; actuellement, il attribue ces aimants à des dépôts de fer qui sont cristallisés plus tard sous l'action du métamorphisme.

Comme éléments de métamophisme nous pouvons encore signaler la biotite, l'ottrélite ou silicate d'alumine avec prédominance de manganèse, etc.

Les *quartzites* peuvent être comparés à des grès trés durs ; ils en diffèrent par la cristallisation.

Tels sont les premiers sédiments qui constituent l'Ardenne.

Quel est l'âge de ces dépôts ? Nous les croyons Cambriens à cause de leur ressemblance avec les ardoises de Llamberis. On y trouve des *Oldhamia*, mais dans tous les terrains où l'on trouve des *Oldhamia*, on ne voit pas trace d'autres fossiles.

Ces dépôts une fois formés, le fond de la mer s'est soulevé, ridé et les couches sédimentaires se sont inclinées vers le Sud et sont devenues parfois presque verticales. C'est le ridement de l'Ardenne qui a affecté le Cambrien et qui a eu pour effet de créer une île au milieu de l'Océan qui couvrait le Nord de la France. Cette île, comme l'Ardenne au temps secondaires, s'est affaissée de plus en plus et la mer en a recouvert peu à peu les parties basses.

Le massif purement Cambrien était déjà redressé, tandis que la mer dévonienne l'entourait : *le premier ridement est donc intermédiaire au Cambrien et au Dévonien*, il est antérieur ou postérieur au Silurien.

Il y a donc discordance de stratification entre les couches cambriennes et les couches dévoniennes ; c'est ce que l'on peut observer à la grotte de Linchamps où le Cambrien formé de schistes et de quarzites est vertical alors que les poudingues dévoniens sont horizontaux.

On peut observer la même discordance à Fépin et dans la cheminée de Bogny, mais d'une façon moins nette.

Au commencement du Dévonien, alors que l'Ardenne existait déjà en rudiment, on trouvait une grande île que

nous étudierons demain, entre Bogny et Fumay ; un point élevé dans le Condroz, au Sud de Namur, et un plateau au Nord de Namur, le Brabant.

Quand la mer dévonienne est venue recouvrir ces régions elle a rempli les parties basses et les sédiments se sont déposés horizontalement dans les deux bassins de Namur et de Dinant. Les dépôts du bassin de Namur sont plus récents que ceux du bassin de Dinant.

Une première difficulté théorique se présente : La mer dévonienne a-t-elle recouvert complètement l'Ardenne ? M. Gosselet estime que l'Ardenne est restée une île depuis son ridement et que la mer dévonienne s'est bornée à l'entourer.

A une époque ultérieure, pendant le Carbonifère, tout le massif Ardennais a subi des plissements considérables ; les dépôts ont été redressés et ces terrains nous offrent une inclinaison générale vers le sud. Les rides ont eu pour effet d'exhausser les parties hautes et d'abaisser les parties basses, et par suite, il y a rapprochement des massifs cambrien et silurien.

Il est de mode actuellement d'expliquer ces mouvements par des poussées tangentielles : il y aurait donc eu une poussée tangentielle venue du sud qui aurait rapproché le massif de Fumay de celui du Condroz et ce dernier de celui du Brabant.

M. Gosselet n'accepte pas cette poussée tangentielle et explique ce phénomène plus simplement en le considérant comme le résultat de l'enfoncement des bassins. Cet enfoncement n'a pas eu lieu d'une façon nécessairement symétrique ; ce n'est pas toujours en effet, le centre qui s'enfonce, mais quelquefois un point marginal. Ainsi le bassin de Namur s'enfonçait surtout vers la partie voisine du Condroz et la crête de ce massif l'a recouvert ; en outre cet enfoncement s'est produit avec plissements des couches qui remplissaient le bassin, surtout celles du centre.

Revenons à notre massif cambrien de l'Ardenne, entre Bogny, Monthermé et Fumay.

A Fumay, les couches les plus septentrionales sont formés par des *schistes et des ardoises violettes* colorées par du fer oligiste ; vient ensuite une masse de phyllades noirs : ce sont les *phyllades de Revin* ; puis des phyllades verts aimantifères, les *phyllades de Deville* ; et enfin les *phyllades noirs de Bogny*.

Quel est l'âge de ces couches l'une par rapport à l'autre ?

On peut faire deux hypothèses : la première consiste à admettre que les dépôts les plus anciens sont ceux de Fumay, puis viendraient ensuite les assises de Revin, de Deville et enfin de Bogny.

La seconde hypothèse est l'inverse de celle-là : On peut supposer que les phyllades de Bogny sont les plus anciens. Dans le premier cas, toutes les couches, déposées horizontalement, se seraient ensuite relevées vers le Nord. Dans le second cas, elles seraient renversées. Il n'y a rien pour guider dans le choix des deux hypothèses.

Dumont avait fait une autre hypothèse. Pour lui, Fumay constituait une voûte, Revin un bassin, Deville une voûte et Bogny un bassin ; il supposait que Fumay était semblable à Deville ; le fer oligiste rouge de Fumay serait représenté à Deville par le fer aimant.

Une quatrième hypothèse a été faite par Hébert et von Lasaulx ; contrairement à M. Dumont, ils admettaient que Revin et Bogny constituaient des voûtes, Fumay et Deville des bassins.

Il est plus simple de suivre l'ordre de la stratification actuelle et de considérer les schistes de Fumay comme les plus anciens.

Cependant cette année M. Gosselet, en se basant sur la ressemblance des schistes de Bogny et de Revin, a été

conduit à penser que ce pouvait bien être les mêmes couches et qu'une faille considérable existerait entre Bogny et Deville ; ce serait un cas de la structure écailleuse de Suess. Voici pourquoi :

Si nous allons vers Sedan, nous trouverons le Dévonien développé et près de Sedan le Cambrien contre lequel s'appuient des poudingues et des schistes rouges dévoniens analogues à ceux du mont Olympe. Il y avait donc, au Sud de Bogny, un bassin comparable à celui de Dinant, mais moins large et moins régulier.

Or, le cambrien qui est au sud (phyllades de Givonne) ressemble beaucoup à celui qui est au nord (phyllades de Bogny et de Revin). Au centre de l'Ardenne belge, à Serpont, près de Libramont, il y a encore un petit affleurement de phyllades noirs semblables à ceux de Givonne et de Bogny. Si on suppose ces couches de Serpont prolongées vers l'ouest, elles viennent passer au milieu du bassin de Charleville, on peut en conclure que la masse des phyllades noirs et quartzites du bassin de Charleville (Bogny, Serpont, Givonne) peut être identifiée à celles de Revin.

La mer dévonienne du bassin de Dinant n'avait pas la largeur qui sépare aujourd'hui Fumay de Namur, elle devait avoir une largeur compararable à la Manche entre la Bretagne et l'Angleterre.

Excursion dans les carrières de Charleville, au Mont Olympe et au Moulin Brioux. — Contact des terrains secondaires et primaires. Lias. — Structure générale des schistes.

En sortant du Lycée, nous nous rendons de l'autre côté du pont de Charleville, au pied du Mont Olympe. Ce rocher, entaillé pour la construction du pont, est constitué par des schistes rouges lie de-vin, luisants, qui se divisent en plusieurs sens et d'une manière irrégulière :

il y a lieu de distinguer la schistosité et la stratification. Ces schistes appartiennent au Gédinnien ; leur inclinaison se fait vers le sud sous un angle de 75° environ.

A 100 mètres plus loin, en descendant la vallée de la Meuse, on retrouve ces mêmes schistes qui alternent avec des schistes verts. La coloration verte est due à la chlorite, la coloration rouge au fer oligiste. La cause de cette variation dans la coloration des schistes n'est pas élucidée ; mais on peut remarquer que les grains de quartz dans les schistes verts sont toujours plus gros.

C'est un fait général, que de rencontrer des tâches rouges dans des schistes verts et des tâches vertes dans des schistes rouges. On observe, du reste, le même phénomène dans bien d'autres terrains, dans les marnes irisées, dans la mollasse tertiaire des environs de Carcassonne, etc.

Au milieu des schistes on trouve des bancs de quartzites qui sont toujours verts.

On peut remarquer que dans les schistes rouges, les fentes deviennent vertes. Cette action, sans doute due à la dissolution du fer sous l'influence des eaux d'infiltration, pourrait expliquer la coloration des schistes verts dans lesquels la filtration est plus facile, puisque les grains de quartz sont plus gros.

Signalons encore dans ces schistes la présence de filons de quartz que l'on examinera ultérieurement.

Au moulin Brioux, les couches gédiniennes alternativement rouges et vertes présentent de nombreux plis avec failles. Sur la voie ferrée, entre les bornes 145 et 145,3 existe une belle tranchée dans laquelle nous avons pu admirer une faille superbe de 4 à 5 mètres d'amplitude, qui a coupé obliquement le schiste et le quartzite.

De l'autre côté de la voie ferrée on trouve des schistes verts micacés avec nids de chlorite et un peu plus loin

des quartzites verts, des arkoses et des psammites rouges qui alternent avec les schistes rouges lie-de-vin.

Au moulin Godard, on observe le contact du dévonien et du lias. Le sous-sol formé par le dévonien sur lequel repose le lias constitué par des débris de schistes rouges à *Schloteimia angulata* et *Montlivaultia Guettardi.*

Les couches jurassiques horizontales reposent sur le dévonien fortement incliné et débutent par le poudingue à *Sch. angulata.* Au-dessus viennent des couches sableuses à *Montlivaultia* de 4 à 5 m. environ d'épaisseur.

Puis à la carrière de chaux hydraulique de M. Perrin où l'on peut observer les assises suivantes : un calcaire marno-argileux, formé d'argiles noires remplies de bitumes et de matières charbonneuses à *O. arcuata, Lima gigantea, Am. bisulcatus, Belem. acutus* et à dépôts côtiers tels que : Arbres, débris de grands reptiles (Ichthyosaures), de poissons, etc. C'est une formation littorale avec argile. L'argile n'est pas un dépôt plus pélagique que le sable; on observe, en effet, sur la côte de Dunkerque, certains dépôts d'argile très pure qui se produisent actuellement au même niveau que le sable.

Au-dessus, on trouve un grès sableux dont on fait des pavés; l'*O. arcuata* qui est à la base en petite quantité, devient malingre et se rapproche de l'*O. Cymbium.* Ce grès renferme *Am. bisulcatus, Pecten disciformis, Cardinia copides,* etc.

Du haut des carrières, on aperçoit le coude que fait la Meuse et qui est dû à un prolongement de calcaire sableux qui s'avance sous Mézières. C'est sur ce calcaire que la cathédrale est construite.

Coucher à Charleville.

Excursion du 6 Août

Départ pour Monthermé. — Étude du terrain Cambrien. — Coucher à Givet.

En sortant de la gare de Monthermé, l'excursion se dirige vers le rocher des Quatre-Fils-Aymon, à Château-Regnault. Nous sommes à la limite du Cambrien et du Dévonien. Le grand noyau cambrien sur lequel nous sommes, s'étend de Bogny à Fumay et l'on a en face de soi le Dévonien à une altitude inférieure d'environ 100 mètres.

Ce noyau Cambrien est formé au Sud de phyllades noirs, de quartzites et de filons de quartz : ce sont les *phyllades de Bogny*.

Au Nord, vient *l'assise de Deville* caractérisée par des phyllades verts aimantifères, exploités comme ardoises, et par des quartzites gris ou blancs, servant à l'empierrement des chemins, exploités à Château-Regnault.

Aux environs de Monthermé et de Deville, on distingue trois grandes masses ardoisières séparées par des bancs de quartzites, ce sont : 1° *la veine ardoisière des Vanelles* exploitée près de la gare de Château-Regnault, et sur la rive gauche de la Meuse, à l'ardoisière des Vanelles; 2° *la veine de St-Barnabé*, qui s'étend au Sud de Monthermé et sur le territoire de Deville ; 3° *la veine de l'Échina* qui s'étend de la vallée de la Longue-Haye jusqu'à Deville.

Chacune de ces bandes ardoisières comprend deux veines désignées sous le nom de Grand-Terne et de Petit-Terne.

Ces ardoises vertes sont criblées de petits cristaux octaèdriques d'aimant légèrement inclinés par rapport au plan du clivage. Ils sont situés dans une petite cavité et enveloppés de chlorite. Entre l'aimant et la chlorite se trouve une zône quartzeuse. Ces cristaux paraissent

avoir subi un traînage dans le sens du clivage, ce qui les a rendus allongés suivant un de leurs axes et parallèles au longrain de l'ardoise.

La bande ardoisière de St-Barnabé est séparée de la première par un banc puissant de quartzites blanc et verdâtre qui constituent les monts Roma et du Fay.

Ces ardoises présentent, près du toit, les caractères précédents, c'est-à-dire qu'elles sont vertes et aimantifères ; au centre de la veine, elles deviennent bleuâtres et les cristaux d'aimant sont remplacés par du fer oligiste en très petits grains,

A Monthermé, nous voyons les couches plonger au Sud et Sud-Ouest et décrire une courbe à convexité tournée vers la Meuse. Cette rivière a coulé tangentiellement à cette courbure qu'elle n'a pu entamer ; elle a, ainsi, décrit un méandre en se dirigeant vers le Sud. C'est à ces courbes décrites par des quartzites qui faisaient obstacles à l'érosion, que M. Gosselet attribue divers méandres de la Meuse.

Près du pont de Monthermé ; on passe à *l'assise de Revin*, formé de phyllades noirs et de quartzites de même couleur. Ce sont ces quartzites noirs qui constituent l'enveloppe de Monthermé.

En sortant de Monthermé, on retrouve les schistes verts aimantifères de Deville, d'abord la veine de l'Échina, puis, la deuxième veine de St-Barnabé qui en est séparée par une puissante masse de quartzite. A l'ardoisière de l'Échina, on a pu constater la superposition des assises de Revin et de Deville.

Nous arrivons bientôt à Deville, et au sortir de ce village nous abandonnons l'assise de Deville pour tomber dans celle de Revin.

En nous dirigeant vers Laifour, nous rencontrons plusieurs gîtes de roches cristallines ; c'est près de

l'usine du Moulin Mairus que nous rencontrons le premier gisement. Nous trouvons là une roche porphyrique, appelée *porphyroïde*, porphyre quartzifère, ou microgranulite par M. Michel Lévy. Cette roche est compacte, remplie d'énormes cristaux d'orthose à arêtes émoussées, et enveloppés d'une pâte cristalline d'oligoclase. La présence de ces grands cristaux ont donné lieu à de vives discussions; les uns y voyaient une roche éruptive, les autres un conglomérat contemporain des schistes.

La structure de ces gros cristaux, leurs fissures et la disposition de l'enveloppe de l'oligoclase, sont des indications qui permettent de dire que ces cristaux n'ont pas été roulés.

Les petits cristaux ont des arrêtes vives ; ce sont probablement des cristaux d'oligoclase ; ils ont une couleur verdâtre et un éclat gras

Le quartz est en cristaux bipyramidés, bleuâtres à transparence laiteuse.

La pâte est essentiellement phylliteuse; ces phyllites formés par de la biotite, de la séricite et de la chlorite donnent à la roche une apparence gneissique et sa couleur brune ou verdâtre.

C'est une roche éruptive, métamorphisée et légèrement schisteuse.

On y trouve de gros cristaux cassés avec de la chlorite dans les fissures, ce qui prouve que des mouvements postérieurs se sont produits.

Au contact se trouve une autre roche plus schisteuse : ce sont les *schistes chloritifères* que l'on rencontre au sud comme au nord de la porphyroïde et qui sont parallèles aux phyllades cambriens.

Au-delà des schistes chloritifères, on trouve des schistes à base de séricite, qui forment le passage de la roche

cristalline au phyllade cambrien. Ils ont une inclinaison de 60° environ.

Nous avons constaté dans ce gîte que la porphyroïde est entourée de chaque côté par des schistes chloriteux et sériciteux qui la séparent des schistes noirs de Revin.

On rencontre un peu plus loin un autre gîte de porphyroïde à éléments plus fins.

Vers la maison du garde n° 14, nous avons observé un plissement exagéré des schistes avec quartzite intercalé.

En face du ravin de la grande Commune, nous avons ramassé des échantillons de schistes pyriteux avec filons de quartz et nids de chlorite ; et nous avons remarqué dans une carrière de quartzite noirs, un pli synclinal dont le côté méridional est presque vertical alors que le côté septentrional est incliné vers le Sud. C'est la règle dans les plis synclinaux ; on a le contraire dans les plis anticlinaux pour lesquels le côté septentrional est presque droit ou renversé et le côté sud incliné suivant la direction du terrain.

Dans cette carrière, les schistes noirs de Revin semblent venir buter contre la porphyroïde ; c'est un point à élucider !

Vers la borne 166 de la voie ferrée, on trouve une nouvelle roche éruptive, la diorite, dont nous parlera M. Gosselet, après le déjeuner.

Déjeûner à Laifour.

Porphyroïdes et Diorites sont des roches éruptives. M. Renard l'a démontré en 1883 ; c'est le seul point sur lequel on soit d'accord. Reste à connaître le genre, le mode et l'époque des éruptions.

Dans le 1er gîte que nous avons observé, le banc de porphyroïde était parrallèle aux bancs de schistes ; on peut donc supposer, ou bien que les porphyroïdes sont contemporains des schistes ; ce seraient des sortes de

laves qui ce seraient déposées au fond de la mer cambrienne ; ou bien, ce sont des matières éruptives qui ont été injectées dans les schistes cambriens après leur redressement.

En constatant que les porphyroïdes avaient subi un métamorphisme qui avait donné à la pâte un aspect schistoïde, on en concluait que ces roches étaient contemporaines des schistes cambriens. C'est cette première hypothèse qui régnait il y a quelques années et M. Gosselet admettait lui-même cette façon de voir.

Dans une autre hypothèse on faisait remarquer la symétrie qui existe autour des porphyroïdes : il y a en effet une première zône de métamorphisme représentée par les schistes chloritiques ; une 2e zône par les schistes séricitiques.

Pour M. Gosselet les schistes chloritifères étaient un tuf volcanique de l'époque qui aurait été métamorphisé ultérieurement.

M. de Lavallée-Poussin, assura il y a quelques mois, que dans la dernière carrière que nous venons de voir, les schistes étaient coupés par le porphyroïde ; le fait ne nous a pas paru parfaitement clair.

On trouve des porphyroïdes remplis de fragments de schistes, ce qui semblerait démontrer la pré-existence de ces schistes.

L'éruption se serait donc produite à une date postérieure au relèvement des couches.

Visite aux grottes de Laifour. — La fontaine ferrugineuse de Laifour se trouve dans les schistes cambriens qui décrivent une courbe dont la convexité est dirigée vers la vallée. Sous l'effort des mouvements du sol, une partie des schistes a été broyée et les débris ont été enlevés par l'eau ; il en est résulté un vide dans lequel s'accumule la brèche ferrugineuse.

Par suite de l'altération des schistes pyritifères, les eaux se chargent de limonite qu'elles déposent aux points où elles sortent. Ce dépôt de fer, qui se fait sous forme d'oxyde ou de carbonate, réunit les fragments de schistes dans les fentes et forme cette brèche dont tout le monde a pu rapporter un échantillon.

Nous nous rendons ensuite à 300 mètres environ au sud du tunnel de Laifour, dans une carrière située sur 'e flanc de la montagne et où l'on observe deux bancs de porphyroïdes, l'un supérieur, l'autre inférieur et séparés par des schistes amphiboliques. On a pu y relever la coupe suivante :

1° Phyllades noirs de Revin.
2° Schistes chloritiques.
3° Porphyroïde supérieure.
4° Schistes amphiboliques.
5° Porphyroïde inférieure.
6° Schistes chloritiques.
7° Phyllades noirs de Revin.

Le tout est parallèle aux couches cambriennes.

On peut expliquer la présence de ces deux bancs de porphyroïde de deux façons.

1° Ou bien il y a eu trois éruptions.

A. Eruption de porphyroïde
B. » d'amphibolite
C. » de porphyroïde

2° Ou bien il s'est produit une grande fente dans laquelle a pénétré le porphyroïde qui s'est séparé en deux bancs et dans l'intervalle a pénétré le chloritoschiste amphibolique.

Nous retraversons la Meuse et nous gagnons les carrières des Dames-de-Meuse, situées sur la rive gauche de la rivière.

Dans une première carrière, nous trouvons un filon de diorite massive et pyrifère ; cette roche contient des filons de quartz pyritifère et de chlorite ; on l'emploie comme pavés.

C'est un filon parallèle aux schistes et séparé d'un banc de porphyroïde par un banc de chloritoschiste amphibolique.

Au sommet de la montagne se trouve une autre carrière dans laquelle on peut relever la coupe suivante :

1° Diorite	5 à 6 m.
2° Chlorito-diorite .	1 m.
3° Porphyroïde . .	1 m. 50 à 2 m.

Revenus à Laifour et avant de prendre le train, nous avons observé dans la tranchée du chemin de fer, au sud de la gare, les schistes noirs de Revin qui présentent des trous laissés par la pyrite qui a été dissoute.

Coucher à Givet.

Journée du 7 Août

Etude du terrain dévonien inférieur. Série normale de Fumay à Vireux

En sortant de la gare de Fumay, nous rencontrons une ancienne ardoisière appartenant à l'assise de Revin et formée de phyllades et de quartzites noirs toujours inclinés vers le sud.

Le rocher de l'Uff nous montre ensuite un bel exemple de plissements. Il y a là une voûte isoclinale assez régulière, limitée au nord par une faille.

On remarque la plus grande régularité dans les couches avant et après la faille, tandis qu'au contraire, dans un pli on a ordinairement la plus grande irrégularité.

Les couches de quartzites avec veines de quartz plongent régulièrement au sud.

Un peu au-delà du rocher de l'Uff, on passe devant l'ardoisière des Peureux. C'est une bande d'ardoires noires appartenant à la base du système de Revin. Elle est constituée par 50 m. environ de phyllades noirs.

On arrive ensuite à l'assise de Fumay qui débute par des quartzites gris blancs.

En remontant vers Fumay, on remarque un bond en miniature dont l'axe, et c'est le cas pour tous les bonds de Fumay, descend vers l'Est. Ces faits se présentent partout dans l'Ardenne, comme s'il existait une pression venant du Sud ; ils ont pour résultat, à Fumay, de faire reparaître la même veine plusieurs fois dans une direction Nord-Sud. Nous passons de là à des quarzites gris, puis des phyllades gris bleuâtres, et enfin aux ardoises violettes qui constituent la veine violette supérieure ou veine de la Renaissance.

En montant la route de Rocroi et vis-à-vis de la maison de M. Perlot, notaire, on a pu voir le sommet d'un pli remarquable présentant une sorte de torsion qui rend 'interprêtation assez difficile. Ces plis, d'ailleurs, sont très nombreux dans tout le Cambrien de l'Ardenne.

Au-dessus de la ville, on domine tout le bassin de Fumay. M. Gosselet nous montre les deux veines ardoisières de la Renaissance et de Sainte-Anne.

Chacune de ces deux veines ardoisières se trouve, grâce aux bonds, rejetée de plus en plus vers le Nord.

Le premier affleurement dont on voit l'exploitation, appartient à la veine de la Renaissance. Un premier bond nous le fait retrouver à l'ardoisière Sainte-Marie ; un autre bond la rejette à l'ardoisière des Trépassés ; un troisième bond la renvoie à l'ardoisière de Follemprise, etc.

Les collines que l'on a en face de soi appartiennent à l'assise de Revin qui enveloppe Fumay comme dans une

demi-circonférence et cela par suite du rejet successif de la même bande.

Quand on arrive à un bond, on remarque que lorsque la couche se recourbe, son épaisseur devient double et c'est là que l'exploitation est la plus active. Nous allons voir dans Fumay, à la salle de Danse, que les couches sont faiblement inclinées, presque horizontales et cependant très épaisses : c'est là en effet, l'origine de la richesse de Fumay.

Avant de descendre dans la ville, nous avons pu constater la présence du diluvium quaternaire laissé par la Meuse à 30 mètres au-dessus de son niveau actuel.

Nous descendons dans Fumay et nous nous rendons à la salle de Danse puis à l'ardoisière Sainte-Marie, où nous recueillons des échantillons d'ardoises violettes.

Au nord de Fumay, vers l'usine Sainte-Anne, nous retrouvons ces mêmes ardoises violettes que nous voyons travailler pour être livrées dans le commerce.

Ces ardoises présentent des bandes vertes plus dures et plus siliceuses dues à l'altération de l'ardoise violette par suite de l'infiltration d'eau oxygénée et siliceuse. Ces veines vertes permettent de constater que la stratification et la schistosité sont différentes.

Le clivage est dû, en effet, à une action mécanique dont le résultat est de faire glisser les particules de la roche dans une même direction. Ces éléments ont glissé suivant un plan et se sont alignés suivant une direction perpendiculaire à la schistosité : c'est cette direction que l'on appelle le longrain.

On déjeûne à Fumay.

Après déjeûner, on prends la route de Rocroi et l'on passe devant un rocher nommé le Rocher des Foudres. Ce rocher représente le sommet d'un pli dont les deux

ailes plongent vers le Sud. Il est formé de couches alternativement rouges et vertes qui sont fortement plissées.

A quelques mètres plus loin on a une nouvelle coupe dans les schistes grisâtres et dans des quartzites qui forment des nodules à surface très ondulée.

Arrivés à Haybes, près du passage à niveau, on trouve un nouvel affleurement des ardoises de Fumay dans lesquelles nous avons pu récolter de beaux échantillons d'*Oldhamia radiata*. Après avoir traversé Haybes et avoir longé la rive gauche de la Meuse, nous faisons l'ascension du rocher dit Roche-à-Fépin.

C'est un poudingue formé de cailloux roulés dont quelques-uns atteignent une taille considérable.

Dans la partie nord de l'escarpement, il est en banc presque horizontal sur les phyllades noirs de Revin inclinés vers le S.-E. Il est recouvert par des couches d'arkose d'Haybes également horizontales.

On a pu très bien observer cet escarpement montrant la discordance manifeste du Dévonien et du Cambrien.

Lors de la grande poussée du Sud vers le Nord, le poudingue s'est relevé dans sa partie sud, redressé et presque replié sur sa partie nord.

L'arkose a pris part à ce mouvement et tout cela sans rupture. Les phyllades ont conservé leur position normale et comme ils ont dû prendre part aussi à ce mouvement, il a fallu que leurs feuillets glissassent les uns sur les autres de façon à rester parallèles à eux-mêmes.

En descendant du Signal, on rencontre d'abord les schistes fossilifères de Mondrepuits et un peu plus bas une carrière d'arkose dont les couches plongent vers le Nord.

Les carrières d'arkose occcupent trois niveaux différents. Dans la carrière inférieure, l'arkose est contact avec les phyllades cambriens.

En suivant la Meuse on rencontre les schistes de Mon-

drepuits et un peu plus loin des schistes et des quartzites rouges et verts, analogues à ceux que l'on a déjà observés au mont Olympe à Charleville. Ce sont les *schistes bigarrés d'Oignies*.

Avant de passer le bac du Risdou, nous voyons au rocher de la Gatte les schistes de Saint-Hubert, qui terminent les quatre assises du gedinien. Ces schistes verts jaunâtres contiennent des bancs de grès et de schistes rouges.

Nous passons sur la rive gauche de la Meuse et nous allons voir au moulin de Fétrogne une superbe tranchée, qui montre les schistes d'Oignies formés de couches alternativement rouges et vertes de schistes et de quartzites.

Nous avons déjà vu que la schistosité était différente de la stratification ; on constate aisément ici que l'une est oblique par rapport à l'autre ; les feuillets sont presque horizontaux et les couches sont inclinées d'environ 24°.

Sur la route de Vireux on rencontre bientôt le Coblenzien dont le premier terme est le *grès d'Anor* qui repose sur les grès de Saint-Hubert.

La partie supérieure de cette assise est formée de schistes et de grés qui forment le passage à la *grauwacke de Montigny* que l'on rencontre bientôt.

Celle-ci renferme de nombreux fossiles ; nous avons pu y reçueillir :

Spirifea paradoxus, Athyris undata, Rhynchonella Goldfussi, Orthis circularis, Leptœna Murchisoni, Chonetes plebeia, Pleurodyctium problematicum, etc., etc.

Plus loin on a vu le grès noir de Vireux. C'est un grès très quartzeux, gris noirâtre, très dur et non fossilifère.

On prend le train à Vireux pour rentrer à Givet.

Après le dîner, M. Gosselet résume ce que nous avons vu dans la journée :

Le Dévonien de l'Ardenne est constitué par les éléments suivants et de bas en haut :

1° *Poudingue de Fépin.* — Ce poudingue est constitué par des galets de quartzites et des fragments de schistes entouré par une pâte siliceuse ou schisteuse, souvent traversées par des lamelles de phyllites et parfois peu cohérente.

Les galets de quartzites diminuent de volume de la base au sommet. Les débris de phyllades proviennent des phyllades cambriens sous-jacents et varient de couleur suivant l'assise sur laquelle ils reposent.

2° *Arkose d'Haybes.* — L'arkose d'Haybes est constituée par des grains de quartz arrondis et des particules de feldspath plus ou moins altérées. Elles renferment des fragments de tourmaline, qui indiquent la présence de roches granitiques dans le voisinage. Cependant on ne trouve pas de granite dans l'Ardenne, sauf dans l'Ardenne de Prusse.

La nature des éléments de l'arkose permet donc d'attribuer son origine à la désagrégation d'une roche granitique aujourd'hui cachée.

3° *Schistes de Mondrepuits.*— Les schistes de Mondrepuits constituent la zône fossilifère la plus ancienne de la région. C'est une faune peu connue à cause du petit nombre de gisements; c'est la seule assise fossilifère du Gédinnien. Elle est formée de schistes verdâtres grossiers, légèrement micacés.

4° *Schistes bigarrés d'Oignies.* — Cette assise toujours identique dans toute l'Ardenne, est formée de schistes rouges lie-de-vin ou vert d'herbe et de quartzites verts qui passent parfois au psammite par la présence de paillettes de mica blanc. Nous les avons déjà vus à Charleville, mais ils sont plus bariolés dans cette localité.

Nous retrouverons demain des schistes analogues, mais plus satinés, remplis de mica blanc, panachés de couleur jaune *(schistes de Joigny).*

5° *Schistes de Saint-Hubert.* — Ces schistes terminent la série Gédinnienne. Ce sont des schistes verts, compacts, avec bancs de grès stratoïdes. Les strates sont dus à de la chlorite et à des grains de quartz qui sont en plus grande quantité dans un lit que dans un autre. Il existe parfois entre ces bancs de grès et de schistes des roches intermédiaires comme la psammite ; d'autres fois ce sont des schistes violacés, rappelant les schistes d'Oignies.

6° *Grès d'Anor* ou *Taunusien.* — Le grès d'Anor constitue le 1er terme du coblenzien. Il comprend deux zônes, l'une, inférieure, formée de phyllades noirs avec bancs de grès blancs fossilifères ; l'autre, supérieure, passant à l'assise suivante, constituée par des schistes gris verdâtres avec bancs fossilifères de quartzophyllades.

7° *Grauwacke de Montigny* ou *Hundsruckien.* — Cette assise est essentiellement formée de schistes grossiers, de grauwacke brunâtre et de grès gris ; les fossiles, à l'état de moules, sont assez nombreux ; nous l'étudierons à nouveau demain.

8° *Grès noir de Vireux.* — Le grès de Vireux est un grès très quartzeux à ciment siliceux ; il est de couleur grise ou gris-noirâtre. Il est employé comme pavés. La partie inférieure contient des schistes et de la grauwacke.

Le coblenzien se termine par le poudingue de Burnot et la grauwacke de Hierges que nous étudierons ultérieurement.

Coucher à Givet.

(A suivre ultérieurement).

Sondages aux environs de Lille

Forage chez M. Vrau, rue du Pont-Neuf, à Lille

par M. PAGNIEZ-MIO

Profondeur		Épaisseur
Forage commencé au fonds d'un puits de 4m		
	Sable gris	4
8	Dièves (quaternaire)	12
20	Marnes blanches	9
29	Silex	0.10
29.10	Marne	11.90
41	Silex	0.20
41.20	Marne	0.90
42.10	Pierres grises (tun)	1.60
43.70	Pierres à couches de sable	5.30

Forage chez M. Joire, à Marcq-en-Barœul

par M. PAGNEZ-MIO

Altitude	Profondeur		Epaisseur
31		Argile jaune	7
	7	Glaise grise	25
	32	Glaise jaunâtre	6
	38	Glaise verte	1.50
+ 8	39.50	Sable vert	12
	51.50	Sable gris glaiseux	10.50
	62	Glaise noirâtre	15.50
— 46	77.50	Craie blanche	12.50
— 59	90	Sable gris glaiseux	1.50
	91.50	Craie grise avec silex	7.50
	99	Glaise verdâtre	18.90
— 87	117.90	Calcaire carbonifère concrétionné	1.30
			119.20

Forage à Ascq (Croix de Wallers)

Altitude	Profondeur		Épaisseur
+ 31	0.00	Terre végétale	0.35
	0.35	Limon	3.20
+ 27.45	3.55	Petite marne	4
	7.55	Grosse marne	6.80
+ 16.65	14.35	Dièves tendres	4
	18.35	Dièves dures	15.88
— 3.23	34.23	Calcaire carbonifère.	

La Carte agronomique de la commune de Crespin (Nord).

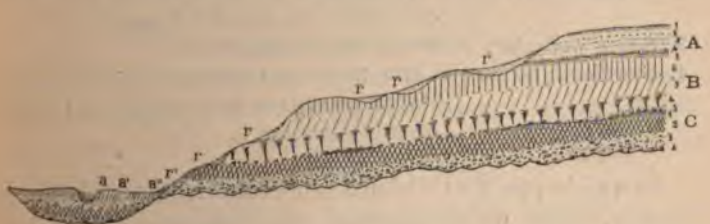
Considérations générales sur les différentes couches de Terrain que l'on rencontre à la surface du sol

par **J. Ladrière** (1)

Dans un travail publié en 1893 (2) par les soins de la Société des Agriculteurs du Nord, après avoir exposé la structure des terrains quaternaires et récents, je démontrais que les divers dépôts qui constituent ces terrains donnent naissance à autant de variétés de sols et de sous-sols.

Cette démonstration m'a permis de conclure qu'un classement géologique des divers sols et sous-sols est le seul véritablement rationnel, et que, pour établir une carte agronomique, il importe, avant tout, de connaître parfaitement la structure des couches superficielles.

Cette structure est des plus complexes, notamment celle du terrain quaternaire. J'ai donné, plusieurs fois déjà, la nomenclature des couches qui le composent ; j'en reproduis ici la coupe générale pour éviter les recherches.



On distingue dans ce terrain trois assises :

(1) Lu dans la séance du 9 février 1896.

(2) Essai de géologie agricole. Bull. Soc. des Agriculteurs du Nord.

A. Une assise supérieure comprenant :

1. *Limon supérieur*, brun rougeâtre, se divisant verticalement en grandes plaques, de forme assez irrégulière.
2. *Limon sableux*, (Ergeron) jaune clair, contenant parfois du calcaire, soit disséminé dans la masse, soit à l'état de concrétions dites poupées.
3. *Gravier supérieur* très rare, le plus souvent formé d'un simple lit de petits éclats de silex.

B. Une assise moyenne, formée par :

1. *Limon gris cendré*, ancien sol végétal, assez compact.
2. *Limon fendillé*, argilo-sableux, rougeâtre, se divisant en petits prismes assez réguliers.
3. *Limon sableux*, à taches noires, charbonneuses, contenant en outre de nombreuses empreintes végétales.
4. *Limon panaché*, gris jaunâtre, sableux, compact, rempli, surtout vers la base, soit de veinules de limonite, soit de concrétions ferrugineuses filiformes.
5. *Gravier moyen*, assez rare, composé de silex parfois volumineux, entiers ou éclatés.

C. Enfin une assise inférieure comprenant :

1. *Limon noirâtre* tourbeux, ancien sol végétal.
2. *Glaise gris verdâtre* très compacte, formée surtout de sable fin ; on y trouve des débris végétaux.
3. *Sable grossier*, contenant parfois des silex.
4. *Gravier inférieur* ou diluvium, amas de silex roulés et de grès empâtés soit dans de la glaise, soit dans du sable grossier.

Ce qui frappe tout d'abord, en examinant ces diverses assises, c'est qu'on retrouve dans chacune d'elles les mêmes éléments, disposés suivant le même ordre de formation : gravier, sable, limon, terre végétale.

Une autre observation qui a son importance au point de vue agricole, c'est que les dépôts des deux premières

assises sont de couleur jaunâtre, tandis que ceux de l'assise inférieure sont restés verdâtres ou bleus, ce qui semble indiquer que les premiers ont subi une oxydation plus intense que les seconds.

Ce serait une erreur de croire que les dépôts quaternaires présentent partout un ensemble aussi complet. On comprend, en effet, que, sous l'influence des agents atmosphériques, un certain nombre d'entre eux aient été largement ravinés, bien souvent les couches supérieures manquent, parfois même c'est l'une ou l'autre des assises qui fait défaut et même toutes les trois à la fois. Il peut arriver enfin qu'une ou plusieurs couches ou assises ne se soient jamais formées, ou bien qu'elles aient été détruites avant la formation d'une couche ou d'une assise immédiatement supérieure.

C'est donc tantôt l'une, tantôt l'autre des couches qui se montre à la surface, or, comme elles sont les unes graveleuses, les autres sableuses ou argileuses, elles donnent naissance à des sols de qualités différentes.

Des nombreuses observations que j'ai faites et des renseignements que j'ai pu recueillir depuis une vingtaine d'années auprès des cultivateurs, il résulte que chacun des sols ainsi formés a des caractères particuliers, qu'il tient plus encore de son état physique, c'est-à-dire du mode de groupement des divers éléments qui le constituent, que de sa composition chimique. Et ces caractères persistent toujours dans une certaine mesure, quelque modification que le cultivateur apporte à sa terre, par les amendements, les engrais et les labours.

D'où la nécessité de bien connaître chacun de ces dépôts, si l'on veut faire un classement rationnel des divers sols et sous-sols.

Mais les couches quaternaires ne sont pas les seules qui se montrent à la surface, bien souvent on y rencontre des formations plus récentes.

148175A

On sait, par exemple, que les diverses roches qui affleurent se désagrègent peu à peu sous l'influence des agents atmosphériques ; le produit de ces altérations, entraîné par les eaux pluviales avec des débris organiques de toutes sortes, forme sur les flancs des coteaux, surtout lorsqu'ils sont à pente douce, comme aussi dans certaines dépressions du sol peu accentuées, de nouvelles couches superficielles d'une nature particulière, différente de celle des dépôts quaternaires : ce sont les *limons de lavage ou des pentes* (r-r').

Parfois même les parties les plus fines de ces résidus descendent jusque dans les vallées où elles sont reprises par les eaux d'inondation. Mélangées avec les matières solides que celles-ci tiennent en suspension, elles sont déposées, lors des débordements, dans toute l'étendue du lit majeur des cours d'eau : c'est ce que nous appelons les *alluvions récentes* (a a' a")

On rencontre enfin, mais dans des cas relativement rares et seulement comme sous-sols, diverses couches géologiques appartenant aux âges primaires, secondaires ou tertiaires ; d'ailleurs le nombre des sous-sols n'est guère moins considérable que celui des sols, il varie suivant les régions.

Principales variétés de sols et de sous-sols de Crespin

Avant de passer en revue les différentes espèces de sols et de sous-sols qui existent à Crespin, il me paraît nécessaire de préciser à quels dépôts il convient d'appliquer ces dénominations.

Le *sol* est la première couche minérale que l'on rencontre en creusant une excavation.

La partie supérieure du sol, plus ou moins transformée par les amendements, les engrais et les labours, porte le nom de *sol arable* ou *terre végétale*, la partie inférieure constitue le *sol vierge*.

On donne le nom de *sous-sol* à la couche minérale sur laquelle repose le sol. Ainsi, par exemple, lorsque la première assise du terrain quaternaire existe, c'est le limon supérieur qui constitue le sol vierge, l'ergeron forme le sous-sol.

Alluvions récentes (a) *Alluvions modernes*.

Les alluvions récentes forment à Crespin trois espèces de sols.

Très sableuses sur les bords de l'Hogneau et dans une certaine partie du Marais, elles se chargent d'argile et deviennent limoneuses à quelque distance du cours d'eau; enfin, vers l'extrême limite atteinte par les eaux d'inondation, elles sont généralement glaiseuses.

Les *alluvions sableuses*, qui forment une couche assez épaisse, sont très perméables, de sorte qu'elles se dessèchent et se crevassent profondément sous l'influence de la chaleur. Cependant, comme elles reposent sur un sous-sol constamment imbibé par les eaux de la rivière, elles conservent une certaine humidité. Dans le marais, ces mêmes alluvions ayant une épaisseur moindre et recouvrant un sous-sol plus compact, la glaise, produisent un sol un peu marécageux.

Les *alluvions limoneuses* ont le même sous-sol que les alluvions sableuses. Moins épaisses et plus argileuses que ces dernières, elles se tiennent un peu plus humides.

Enfin les *alluvions glaiseuses* qui ne se rencontrent guère que vers les bords du lit majeur de la rivière, là où les eaux d'inondation n'ont pu entraîner que des débris végétaux et des matières minérales extrêmement tenues, constituent un sol très compact, où l'eau séjourne volontiers, ce qui oblige à y établir des prairies naturelles.

Le sous-sol de la vallée est formé par des sables gris bleuâtres assez grossiers, très perméables.

Limons de lavage (A) *Dépôts meubles sur les pentes*

Les limons de lavage produisent deux grandes variétés de sols : *limon de lavage sans cailloux, limon de lavage avec cailloux.*

Lorsque l'influence des agents météoriques auxquels ces limons doivent leur existence ne s'est fait sentir que sur des roches sableuses et argileuses, ils constituent des terres plus ou moins sableuses, sans cailloux et qui manquent de consistance.

Mais lorsque le remaniement a atteint les couches profondes et en particulier le gravier inférieur ou diluvium, ces limons contiennent des cailloux, ce qui favorise l'évaporation.

Si les limons de lavage ont une certaine épaisseur et reposent sur un sous-sol compact, comme la glaise et le limon panaché, ils constituent d'excellentes terres : c'est ce qui se présente le plus généralement à Crespin. Mais dans les quelques points où ces limons recouvrent directement le diluvium ou le tuffeau, qui sont parfois très perméables, le sol se dessèche facilement et sa valeur est moindre.

Terrain Quaternaire { a'_b Limon quaternaire,
a'_a Diluvium.

Dans le terrain quaternaire, les conditions de formation des différents termes, du moins de ceux de l'assise supérieure et de l'assise moyenne, paraissent avoir été les mêmes ; on y constate les phénomènes d'altération analogues au point de vue agricole. Aussi, certains dépôts de ces deux assises peuvent-ils être absolument identifiés.

Le *limon supérieur* et le *limon fendillé*, par exemple, constituent un sol argilo-sableux très homogène, plastique et cependant assez perméable. Le calcaire y fait complé-

tement défaut ; leur couleur brun rougeâtre est due à des sels de fer oxydés qui imprègnent toute la masse, d'où le nom vulgaire de *rougeons* qu'on leur a donné.

Ce sol est humide là où le sous-sol est compact : glaise ou limon panaché ; mais, sur un sous-sol perméable, ergeron, limon sableux ou diluvium, ce qui est le cas pour Crespin, il forme généralement des terres de première qualité.

Je dois ajouter cependant, que, lorsque le limon supérieur ou le fendillé ont peu d'épaisseur et reposent directement sur le tuffeau, c'est-à-dire sur un sous-sol très perméable, comme cela existe au plateau de Haute-Emblise, le sol est fort peu productif, même avec des dépenses d'engrais considérables.

L'*ergeron* et le *limon sableux à taches noires* servent généralement de sous-sol, le premier au limon supérieur, le second au fendillé. En absorbant une partie des eaux que ces couches contiennent en excès, ils en augmentent la qualité.

Mais parfois ces dépôts se montrent à la surface du sol et donnent naissance à des terres légères dites *terres blanches*, beaucoup plus sableuses que les rougeons ; ces terres, qui se tassent facilement, forment un sol humide et froid si elles ne reposent pas sur un sous-sol très perméable.

A Crespin, où l'ergeron affleure sur le plateau de la route de Condé, l'humidité n'est que très imparfaitement absorbée par le diluvium du sous-sol ; elle s'accumule dans la couche superficielle.

Le *limon panaché* constitue à lui seul un sol ayant des caractères particuliers. Il est finement sableux et fort peu perméable, le fer s'y trouve souvent en très grande abondance, répandu dans la masse soit en veinules plus ou moins régulières, soit, ce qui est plus fréquent encore,

en concrétions filiformes ; sous ces deux états, il attaque les racines des plantes. Les cultivateurs n'estiment guère les terres *ferrugineuses*.

En certains points, le limon panaché atteint une épaisseur assez considérable (1m50 et plus) pour qu'il puisse être considéré à la fois comme sol et comme sous-sol.

C'est sur le bord est du marais de Crespin qu'il occupe le plus grand espace. D'abord sous-sol du limon de lavage, il affleure bientôt et constitue lui-même le sol ; cela se voit notamment sur le flanc du coteau où sont situées les principales habitations de la commune.

Comme je l'ai dit plus haut, l'assise inférieure du terrain quaternaire paraît avoir échappé au phénomène d'oxydation qui a modifié les autres dépôts quaternaires.

La glaise et les sables. — Ces deux couches n'affleurent pas sur le territoire de Crespin, mais on les trouve dans le marais sous les alluvions récentes, où elles forment un sous-sol absolument imperméable.

Quant aux *graviers*, s'ils ne se montrent nulle part, ils n'en sont pas moins fort abondants à Crespin, le *diluvium* surtout ; on l'y a exploité comme ballast pendant de longues années. C'est lui qui sert de sous-sol au coteau de la gare, de Blanc-Misseron jusque vers le milieu du village.

Lorsque les cailloux du diluviun sont empâtés dans du sable, ce qui est le cas le plus général pour Crespin, le sous-sol est assez perméable ; mais, en certains points où le ciment est argileux, la masse tout entière devient compacte et imperméable.

Landénien inférieur (e_{VD}). *Sable vert et tuffeau*

Pour terminer cette énumération, je signalerai le *tuffeau* qui, à la côte de Haute Emblise, approche assez près de la surface pour être considéré sinon comme sol, du moins

comme sous-sol. C'est du reste la seule couche tertiaire qui, dans cette commune, présente quelque intérêt au point de vue de la culture. Le tuffeau étant presque partout à l'état de sable donne un sous-sol extrêmement perméable. D'autre part, le limon qui le recouvre a une si faible épaisseur qu'en beaucoup de points, il a emprunté au sous-sol la plus grande partie de ses éléments et est devenu presque aussi sableux que lui.

Les terres de Haute-Emblise exigent donc une grande dépense d'engrais pour produire très peu : il y aurait certainement avantage à les reboiser.

Tableau des principaux sols de Crespin

Terrain récent.	I.	Sol formé par les alluvions sableuses.
	II.	» » » limoneuses.
	III.	» » » glaiseuses
	IV.	» par les limons de lavage sans cailloux.
	V.	» par les limons de lavage avec cailloux.
Terrain quaternaire.	VI.	» par le limon supérieur ou par le limon fendillé.
	VII.	» par l'ergeron ou le limon à taches noires.
	VIII.	» par le limon panaché.

Principaux sous-sols

Terrain récent.	1.	Alluvions sableuses, assez perméables.
Terrain quaternaire.	2.	Ergeron ou limon à taches noires, assez perméable.
	3.	Limon fendillé, peu perméable.
	4.	Limon panaché, peu perméable.
	5.	Glaise bleue, imperméable.
	6.	Diluvium, assez perméable.
Terrain tertiaire.	7.	Tuffeau sableux, très perméable.

Mode de représentation des divers sols et sous-sols

Renseignements consignés
dans les légendes de la carte agronomique.

La classification des divers sols et sous-sols donnée ci-contre est à peu près identique à celle qui a été établie par le service de la carte géologique détaillée de la France. Je me suis borné, après avoir subdivisé les dépôts récents et quaternaires en caillouteux, sableux, limoneux et glaiseux, à grouper sous un même numéro d'ordre ceux de ces dépôts qui présentent les mêmes caractères au point de vue agricole.

Ce sont ces divers sols et sous-sols qu'il s'agissait de représenter sur le plan d'ensemble du cadastre à l'échelle de 1/10.000.

Les géologues qui se sont occupés des travaux de ce genre savent quelles difficultés l'on éprouve pour tracer avec quelque précision les limites des terrains sur un plan qui ne porte aucune côte d'altitude, et surtout aucune courbe de niveau.

Nos amis, les géologues belges, sont sous ce rapport plus favorisés que nous. Ils possèdent une carte où les courbes de niveau représentent une différence d'altitude soit de deux mètres, soit de cinq mètres seulement. Dans un premier essai, j'avais figuré les sous-sols par des teintes plates et les sols par des hachures discontinues, de couleurs variées. Mais M. Gosselet, m'ayant fait observer que c'était accorder trop d'importance aux sous-sols, j'ai dû chercher un autre mode de représentation.

Dans celui que j'ai adopté définitivement, je conserve à chaque terrain sa couleur officielle, c'est-à-dire celle qui lui a été assignée par le service de la carte géologique, et,

pour différencier les diverses variétés de sols et de sous-sols formés par un même terrain, il m'a suffi d'accentuer plus ou moins les teintes.

J'indique le sol arable par des traits discontinus espacés de 0m005 (1).

Le sol vierge par des teintes plates.

Le sous-sol par des traits continus.

En outre, chaque espèce de sol vierge porte un numéro d'ordre en chiffres romains, tandis que les numéros des sous-sols sont en chiffres arabes.

Une centaine de petits sondages poussés jusque 1m50 et pratiqués suivant une même direction rectiligne, toujours perpendiculaire à celle des accidents du sol, vallées et coteaux, m'ont permis de déterminer non seulement les limites des divers terrains, mais encore l'épaisseur du sol arable et celle du sol vierge.

A l'aide de ces renseignements, donnés en décimètres sur la carte même, on peut connaître immédiatement à quelle profondeur se trouve le sous-sol.

J'indique aussi l'emplacement de la prise des échantillons soumis à l'analyse et je figure graphiquement les résultats obtenus par le chimiste (2).

---

(1) Je ne considère pas ces traits comme absolument indispensables ; mais, outre qu'ils précisent la position du sol arable comme recouvrant tous les autres dépôts, représentant une longueur de 50 mètres sur le terrain, ils aideront le cultivateur à reconnaître l'emplacement des terres qu'il cultive. Leur couleur est identique à celle du sol vierge.

(2) Pour la prise des échantillons, je choisis un terrain complètement épuisé d'engrais, une place de seigle, par exemple, où le sol est aussi nettement caractérisé que possible. Avec une bêche j'y creuse, à quelque distance l'un de l'autre, (50m. environ) trois trous qui descendent jusqu'au sous-sol. C'est des parois de ces excavations que proviennent les matériaux qui me servent à former l'échantillon moyen, soit du sol arable, soit du sol vierge, soumis à l'analyse.

Je signale en outre la position des puits domestiques dont la coupe présente quelque intérêt, comme celle des divers trous d'exploitation de substances utiles à l'agriculture, et enfin celle des sondages profonds qui ont été pratiqués pour la recherche de la houille.

La légende est, je crois, aussi complète que possible.

Dans le bas de la carte sont tous les renseignements, dessins et coupes, destinés à faire comprendre non seulement le mode de représentation des divers sols et sous-sols, mais aussi leur structure géologique. On y voit :

1° Mode de représentation des divers sous-sols.
2° » » » des divers sols.
3° » » » des divers sols et sous-sols combinés.
4° Coupe géologique des principaux puits domestiques avec indication des différentes nappes aquifères, à l'échelle de 1/250.
5° Coupe géologique générale du sol de la commune à l'échelle de 1/500.

Dans cette dernière coupe, chaque terrain a en plus de sa notation particulière, celle qui lui a été donnée par le service de la carte géologique.

Sur le côté gauche se trouvent mentionnés les renseignements suivants :

1° Topographie de la commune.
2° Météréologie.
3° Géologie.
4° Substances utiles à l'Agriculture.
5° Nappes aquifères.

Enfin, à droite, je donne les indications purement agricoles :

1° Définition du sol et du sous-sol.
2° Constitution physique d'une bonne terre.
3° Constitution physique des principaux sols arables et sols vierges de la commune
4° Constitution physique de quelques sols sableux réputés excellents, comparaison avec ceux de Crespin.

5° Résultats des essais calcimétriques faits sur les échantillons provenant des petits sondages.
6° Eléments fertilisants contenus dans les principaux sols de la commune.
7° Eléments fertilisants nécessaires à une bonne terre.
8° Eléments fertilisants contenus dans les principaux engrais.
9° Evaluation des éléments fertilisants enlevés au sol par 1,000 kg de substance végétale.
10° Classification des sols arables de Crespin, qualités et défauts de chacun
11° Conseils sur la manière dont il faut les traiter : amendements, engrais, travaux divers.

Telle qu'elle est conçue, cette carte sera, je crois, utile aux professeurs d'agriculture et aux instituteurs ; les cultivateurs, les propriétaires, les industriels auront également grand intérêt à la consulter.

Note sur les gîtes de Phosphate de Chaux d'Hem-Monacu, d'Etaves, du Ponthieu, *etc.*

par **J. Gosselet** (1)

Pl. I, II, III.

J'ai eu dernièrement occasion de visiter quelques exploitations de phosphate de chaux qui m'ont fourni des observations importantes (2).

---

(1) Lu dans la séance du 10 mai 1896.

(2) Depuis ma communication à la Société géologique du Nord et à l'Institut (Compt-rend. Acad. Sc., 3 août 1896, p. 290), j'ai fait de nouvelles observations que je joins aux précédentes.

J'ai aussi pris tout récemment connaissance de deux notes intéressantes de M. Strahan (Quart jour. Géol. Soc. XLVII, p. 356, août 1891 et LII, p. 463, août 1896), sur certaines craies phosphatées d'Angleterre. Ce géologue a reconnu plusieurs faits semblables à ceux que j'ai vus. Pour ne pas modifier ma rédaction, je signalerai en notes les points où ses observations s'accordent avec les miennes.

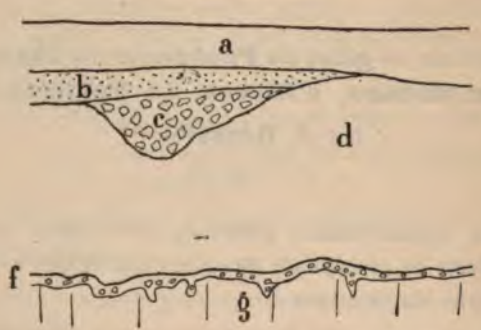
Gîte d'Hem-Monacu. — Le gîte d'Hem-Monacu près de Péronne est particulièrement intéressant, j'ai pu l'étudier à plusieurs reprises grâce à l'obligeance du propriétaire M. Vaudin, je lui en exprime toute ma reconnaissance.

Il occupe une cuvette dont le côté sud incline vers le nord d'environ 10° et dont le côté nord est inconnu.

La carrière inférieure située près de la sucrerie présentait, au moment où je l'ai visitée, la coupe suivante.

Sous le limon un petit lit caillouteux, probablement diluvien, recouvre un banc irrégulier de sable phosphaté de bonne qualité qui pénètre dans despoches peu profondes creusées dans la craie phosphatée.

Fig. 1. — *Coupe d'une portion de la carrière inférieure à Hem-Monacu*



a. Limon,
b. Sable phosphaté remanié.
c. Éboulis de craie phosphatée dans du limon.
d. Craie phosphatée.
f. Conglomérat.
g. Craie blanche inférieure,

Sur un coin de la carrière (fig. 1) on voit une large poche (**c**), atteignant jusqu'à 6^{m} de profondeur, remplie de blocs irréguliers et polygonaux de craie phosphatée, enveloppés

dans du limon. C'est un dépôt d'éboulement qui paraît pléistocène. Mais il est curieux de le voir surmonté par une couche régulière de sable phosphaté. Celui-ci ne peut être évidemment que plus récent et provenir du lavage de craies ou de sables phosphatés situés à un niveau plus élevé.

Je vois dans ce fait la conformation de mon opinion que du sable phosphaté a pu s'accumuler par ruissellement dans les parties basses avant le creusement des poches.

La craie phosphatée (**d**), qui a 8 m. d'épaisseur, est légèrement grise, elle est formée par de la craie blanche qui contient de nombreux grains de phosphate de chaux. Elle paraît assez homogène ; on n'y reconnaît pas de bancs bien distincts. Elle renferme des nodules durs dont la grosseur et le nombre augmentent de haut en bas, de manière à constituer à la base de l'assise un conglomérat (**f**), dont l'épaisseur varie de 10 centimètres à un mètre.

La surface de la craie blanche (**g**), inférieure à la craie phosphatée, se relève vers le sud sous un angle d'environ 10 degrés. Elle est très variable.

Dans un point de la carrière, le banc supérieur de la craie consiste sur une épaisseur de 40 à 50 centimètres en un récif de coraux [1] ramifiés et flexueux, Pl. I, qui s'entrecroisent dans tous les sens. La coquille du polypier a été silicifiée, de sorte qu'il suffit de mettre la masse dans un acide pour dissoudre la craie blanche, qui enveloppe les branches du cormus, et pour isoler ceux-ci. L'intérieur du polypiérite est aussi remplie de craie ; quelquefois les cloisons ont disparu. Ce récif n'est actuellement visible que sur quelques mètres carrés de superficie.

Sa sarface présente en quelques points une zone de 1 à 3 centimètres de craie durcie, phosphatisée, perforée

(1) Ces coraux appartiennent au genre *Diblasus*. (Voir à la fin de cette note la description qui en a été faite par M. Parent).

d'une foule de petites vermiculations sinueuses et revêtue d'un vernis brun de phosphate de chaux. Il y a passage sans aucune limite visible entre la craie tendre de l'intérieur du récif et la zone de craie durcie. Ailleurs la couche dure manque ; la craie phosphatée recouvre directement la craie à polypiers et pénètre dans de larges perforations qui y sont creusées.

A 20 mètres au sud du récif corallien et à un niveau qui paraît plus élevé, mais qui ne l'est peut-être pas géologiquement en raison de l'inclinaison des couches, la craie est durcie à la surface. Elle est aussi par place couverte de vernis brun.

Les nodules du conglomérat varient de la grosseur d'une noisette à celle du poing. Ils sont mélangés, surtout à la base, de fragments d'Inocérames, de Belemnites, d'Huîtres et de dents de Squales.

Les uns sont durs, plus ou moins riches en phosphate de chaux [1] ; les autres, tendres et crayeux, semblent n'être que de la craie à peine modifiée.

Les premiers sont plus arrondis ; leur surface est fréquemment couverte de coquilles adhérentes : Serpules, Huîtres, Spondyles. Ils sont revêtus d'un vernis brun qui s'étend généralement sur les coquilles fixées à leur surface. Leur intérieur présente une foule de petites vermiculations de quelques millimètres de diamètre, comme celles qui viennent d'être citées dans les zones durcies de la craie.

Les seconds ont une forme plus irrégulière, leur vernis est moins constant ; ils présentent des perforations assez larges remplies par de la craie phosphatée.

Il est facile de reconnaître que les nodules tendres sont des fragments de la craie blanche sous-jacente qui ont été faiblement remaniés, tandis que les nodules durs provien-

---

(1) Je dois cette indication de la richesse de certains nodules aux renseignements qui m'ont été données par des exploitants.

nent d'une partie de la surface crayeuse, qui a été durcie avant le dépôt de la craie phosphatée et qui a été détruite presque partout.

Ils n'indiquent pas un long transport, car ils ne sont pas transformés en galets ; ils ont cependant dû être ballottés assez longtemps sur le rivage pour être arrondis et avoir servi de points d'attache à des mollusques en voie de développement. Ils étaient dans une eau qui déposait du phosphate de chaux, puisqu'elle les a couvert de vernis brun ; mais ce n'est pas à cette eau qu'ils doivent leur richesse en acide phosphorique, ils la possédaient antérieurement à leur roulis.

Une seconde carrière est ouverte à un niveau un peu plus élevé. On y exploitait plusieurs poches de sable phosphaté, dont une, profonde de 16 mètres, offrait la coupe suivante (fig. 2).

Fig. 2. — *Coupe de la carrière supérieure de Hem-Monacu.*

a	Limon supérieur	1m
b	Limon, ergeron	2m
c	Limon avec silex.	1m50
d	Sable phosphaté, mélangé de limon . . .	0m50
e	Craie blanche	1m50
f	Craie phosphatée.	
g	Sable phosphaté pur.	

Cette coupe montre que l'eau de pluie a dissous plus facilement la craie phosphatée que la craie blanche qui est au-dessus. Celle-ci a servi de toit protecteur à une portion de la craie phosphatée.

Losqu'on a creusé l'entrée de cette carrière on a trouvé un véritable ossuaire. M. Boule, qui a vu les ossements avant qu'ils ne se fussent réduits en poussière au musée de Péronne, y a reconnu *Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus, Equus caballus, Bison priscus, Cervus elaphus, Felis spelea.*

Le point où ont été trouvés les ossements était déblayé comptètement lors de ma visite, mais dans un coin de la tranchée, plus haut que le gîte fossilifère, on voyait une série de couches pleistocènes présentant une inclinaison manifeste vers la vallée.

Sur la craie phosphatée, on voyait de la craie blanche en blocs irréguliers enveloppés de limon. La surface de ce conglomérat crayeux était très inégale. Au-dessus, et comblant en grandes parties ses inégalités, il y avait une couche épaisse de 0m20 à 1m de sable phosphaté mélangé de silex et passant dans une extrémité de la tranchée à du limon argileux avec silex.

Au-dessus venaient de bas en haut.

8	Limon avec silex	0m40
7	Limon argileux avec silex.	0m50
6	Limon charbonneux pur sans silex . . .	1m50
5	Limon jaune avec silex.	1m
4	Limon brun.	1m
3	Couche argileuse	0m20
2	Ergeron avec petits fragments de craie . .	2m
1	Limon supérieur	1m

Les ossements auraient été rencontrés, disent les ouvriers, dans le limon jaune n° 5, supérieur à la couche charbonneuse, qui, ajoutent-ils, n'existait pas au point où ils ont été trouvés.

Toujours, d'après eux, on en a aussi receuilli quelques-uns dans la carrière supérieure, également dans le limon à silex (c). D'après cela, ils appartiendraient probablement à l'assise moyenne de M. Ladrière (1).

Un autre fait important relevé par l'exploitation d'Hem-Monacu est la présence de plusieurs couches de phosphate de chaux. Trois puits creusés dans la colline, à un niveau supérieur aux carrières, ont rencontré jusqu'à quatre couches de craie phosphatée. M. Vaudin a bien voulu m'en donner la coupe (2).

Puits n° 1, un peu au-dessus de la seconde carrière.

	Limon	5m30
	Sable phosphaté	1m35
Q	Craie blanche un peu jaune, avec quelques grains phosphatés (teneur en $P^2O^5 = 2.63\ \%$)	3m50
P	Craie phosphatée très riche	1m10
O	Craie presque blanche avec quelques grains phosphatés et quelques petits nodules ($P^2O^5 = 9\ \%$)	0m90
N	Craie phosphatée ($P^2O^5 = 11\ \%$) avec nombreux grains phosphatés et petits fragments de craie blanche. .	2m60
N'	Craie phosphatée avec nodules de craie blanche et perforations . . . . . Craie légèrement phosphatée avec larges perforations remplie de craie phosphatée très riche ($P^2O^5 = 18\%$)	1m16
	Cette couche doit être considérée comme la partie supérieure de la suivante.	

(1) M. Boule vient de me dire qu'il a ramassé lui-même des ossements à la base du limon à silex inférieur.

(2) Les analyses et dosages cités dans cette page et dans les suivante sont été faits par M. Spétébroot, Préparateur de Chimie à la Faculté des Sciences de Lille. Le dosage du phosphore est apprécié en acide phosphorique ; il faut multiplier ce nombre par 2,18 pour avoir la quantité de phosphate de chaux. Les craies phosphatées riches, exploitées, n'ont pas été analysées.

J'ai ramassé les échantillons autour des puits un an après leur creusement, il y a donc une légère incertitude à leur égard.

M	Craie jaune avec quelques grains de phosphate et des enclaves ou perforations contenant de la craie phosphatée ($P^2O^5 = 2.34\,\%$)	1m35
L	Craie phosphatée riche	3m80
K	Craie blanche ($P^2O^5 = 2\%$) à surface vernissée, couverte d'huîtres, avec zone de 20 centimètres de craie durcie, perforée de nombreuses vermiculations; larges perforations pénétrant dans l'intérieur.	

Puits n° 3, plus élevé que le précédent.

	Limon	8m95
	Sable phosphaté	1m35
Q	Craie blanche homogène ($P^2O^5 = 2.04\,\%$)	2m
P	Craie phosphatée très riche, avec nodules	0m75
O	Craie blanche, légèrement phosphatée avec larges perforations à la partie supérieure	2m10
N	Craie phosphatée riche.	3m25
M	Craie phosphatée avec fragments anguleux de craie jaune	0m55
L	Craie phosphatée riche, avec conglomérat à la base . .	3m50
K	Craie blanche avec perforations remplies de craie phosphatée.	

Puits n° 2, plus élevé encore.

S	Craie blanc jaunâtre contenant quelques grains de phosphate de chaux ($P^2O^5 = 5.60\,\%$)	7m45
R	Craie phosphatée riche, avec conglomérat à la base. .	0m70
Q	Craie blanche ($P^2O^5 = 2.34$) présentant de larges perforations remplies de craie phosphatée avec nodules ($P^2O^5 = 18.83$)	4m25
Q'	Craie blanche contenant quelques grains phosphatés .	0m60
P	Craie phosphatée riche.	0m75
O	Craie blanche avec grains phosphatés ($P^2O^5 = 8$) . .	1m70
N	Craie phosphatée riche avec nodules.	2m70
M	Craie blanche assez homogène contenant quelques grains phosphatés ($P^2O^5 = 5$)	3m30
L	Craie phosphatée riche présentant des nodules à la base	2m90
K	Craie blanche ($P^2O^5 = 2.04$) avec perforations dans lesquelles pénètre la craie phosphatée. Elle contient elle-même des nodules durs.	

En résumé, dans ces trois puits le fond est formé par de la craie blanche (K) légèrement phosphatée ($P^2O^5 = 2$ %). Cette craie contient au puits n° 2, comme dans la carrière inférieure des fragments d'Inocérames et des nodules de craie durcie. Ceux-ci sembleraient indiquer l'existence, à un niveau inférieur, non connu, d'un banc de craie dure dont proviendraient les nodules. La surface de cette craie, au n° 2, présente de larges perforations dans lesquelles pénètre de la craie phosphatée [1]. Il en est de même au puits n° 3, mais dans ce puits la partie supérieure de la craie est plus dure que dans le précédent. On y trouve même un conglomérat de fragments de craie durcie ressoudés et formant une masse qui a été perforée postérieurement et pénétrée par de la craie phosphatée. Dans le puits n° 1, la partie supérieure de la craie sur une épaisseur de 0^m20 est durcie, traversée de vermiculations, tantôt pleines, tantôt vides ; elle est recouverte d'huîtres et de serpules, et revêtue, ainsi que ces coquilles, d'un vernis brun.

Le banc inférieur de craie phosphatée riche (L) a 3^m80 au puits n° 1, 3^m50 au n° 3 et 2^m90 au n° 2. A sa partie inférieure, il y a toujours un conglomérat de nodules en craie durcie arrondis, corrodés, vernissés, couverts d'huîtres et agglutinés par de la craie phosphatée.

Il est surmonté d'une craie spéciale (M). Au n° 1, elle est jaune et assez dure ($P^2O^5 = 2,34$). Non seulement elle contient quelques grains de phosphate, mais encore des enclaves cylindriques du diamètre d'une plume, où les grains de phosphate sont plus nombreux ; ce sont aussi des perforations ; plusieurs d'entr'elles sont vides.

---

(1) Dans les perforations, la craie phosphatée enveloppe des nodules semblables à ceux de la craie blanche et des plaques d'Inocérames de plus d'un décimètre de diamètre ; il semble que ces parties plus dures aient été respectées par l'animal perforant.

A la surface, il y a un banc de craie plus blanche avec très larges perforations remplies de craie phosphatée riche ($P.^2O^5 = 18$ %) et qui a été pour cette raison confondu avec la couche suivante. Au puits n° 2, la craie (M) est d'un blanc jaunâtre ($P^2O^5 = 4,44$), mais moins dure que la précédente. Au puits n° 3, elle a la même teinte blanc jaunâtre, mais elle est parcourue en tous sens par de larges perforations remplies de craie phosphatée, qui la transforment en une sorte de brêche.

Ce premier intervalle a 1^m35 au puits n° 1, 0^m55 au puits n° 3 et 3^m30 au puits n° 2.

Le second banc de craie phosphatée (N) commence par un conglomérat de nodules vernissés et perforés. Au n° 1, les nodules sont très irréguliers, très perforés, couverts d'un léger vernis ; ils portent des coquilles fixées à leur surface ; ils sont en craie blanche ($P^2O^5 = 6$ %) et dans cette craie blanche on distingue de petits nodules de calcaire dur.

Ce deuxième banc de craie phosphatée a 3^m70 au n° 1, 3^m20 au n° 3 et 2^m70 au n° 2.

Le second intervalle (O) est occupé par de la craie blanche avec grains de phosphate de chaux en quantité notable. Dans le puits n° 1, elle est presque blanche ($P^2O^5 = 9$ %), mais elle contient des petits fragments de craie dure. Dans le n° 3, elle présente de larges perforations remplies de craie plus phosphatée. Dans le n° 2, les grains de phosphate sont moins abondants ($P^2O^5 = 7.50$).

La 3e couche de craie phosphatée (P) est épaisse de 1^m10 dans le n° 1 ; 0^m75 dans le n° 3 et 0^m70 dans le n° 2.

Le troisième intervalle (Q) est formé dans le n° 1 par de la craie blanc jaunâtre ($P^2O^5 = 2.63$) avec grains de phosphate disséminés et tubulures remplies de craie phosphatée plus riche. Dans le n° 3, cette craie blanc jaunâtre est homogène ($P^2O^5 = 2.04$). Dans le n° 2, elle reste très peu

phosphatée par elle-même (P^2O^5 = 2.44), mais elle présente dans sa partie supérieure de larges perforations remplies de craie phosphatée riche et de nodules ; dans sa partie inférieure (Q') elle est homogène, et plus généralement phosphatée.

La 4e couche de craie phosphatée (R) n'existe plus que dans le puits n° 2, c'est-à-dire dans le plus élevé. Dans les deux autres elle a été transformée en sable. Au n° 2, où elle a 9m70 d'épaisseur, elle présente à la base un conglomérat de nodules de petite taille.

Au-dessus, toujours dans le n° 2, viennent 7m45 de craie blanc-jaunâtre (S) contenant encore quelques grains de phosphate (P^2O^5 = 5.60).

Ainsi, il y a à Hem-Monacu plusieurs couches de craie phosphatée riche, séparées par des craies blanches ou blanc jaunâtre, toujours un peu phosphatées, mais beaucoup plus pauvres.

Toutes les couches de craie phosphatée riches reposent sur un banc de craie pauvre durcie et perforée ; toutes commencent par un conglomérat de nodules durs, roulés, vernissés et perforés.

Il y a donc eu répétition à plusieurs reprises d'un même phénomène ou plutôt d'une même série de phénomènes, qui sont essentiellement littoraux.

On a souvent attribué le durcissement des roches à une émersion. C'est peut-être une opinion trop absolue, car il n'est pas démontré qu'il ne puisse se faire sous l'eau. Mais il indique certainement un arrêt de la sédimentation.

On pourrait supposer qu'il se produit quand un courant rapide lave le fond de la mer et y empêche tout espèce de dépôt. Cette action peut-elle se passer a de grandes profondeurs ? Nous n'en savons rien.

Mais le durcissement de la couche supérieure de la craie a été précédé ou accompagné de sa perforation par des

animaux qui y creusaient des galeries cylindriques et flexueuses de 1 à 2 millimètres de diamètre. Nous voyons ce fait se produire tous les jours sur nos côtes [1].

Puis est venue une puissante érosion ; la couche dure a été enlevée ; les fragments ont été roulés, de nouveau perforés, tout en servant de point d'attache à des mollusques ; c'est là encore un phénomène purement littoral, qui ne peut pas être dû à un courant, mais à l'action de fortes vagues.

Il coïncide avec un changement dans la sédimentation, un apport abondant de matière phosphatée.

Dans les points où la couche dure a été enlevée, la craie blanche mise à nu, a été attaquée par de nouveaux animaux perforants, qui ont creusé des cavités de plus grande

---

(1) M. Strahan a observé aussi que la craie blanche inférieure aux craies phosphatées de Taplow et de Lewes est durcie à la surface et qu'elle est en outre traversée par des tubes de toutes formes et de toutes tailles.

On pouvait croire que le durcissement tenait à la phosphatisation de la craie. D'après les analyses de M. Plager, il n'en est rien. La composition de la craie durcie ne diffère pas de celle de la craie ordinaire. M. Strahan suppose que la dureté est due à un ciment cristallin. Il émet l'hypothèse suivante : Le remplacement du carbonate de chaux par du phosphate de chaux dans les organismes de la craie phosphatée supérieure aux bancs durs a rendu libre de l'acide carbonique ; il s'est fait du bicarbonate de chaux soluble. Cette solution venant au contact de la craie blanche inférieure, qui est moins perméable, peut l'avoir durcie par son infiltration et y avoir déterminé la formation de cristaux de calcite.

Cependant M. Strahan a quelques doutes sur ce processus, car il remarque que tous les bancs durs de la craie ne sont pas recouverts par de la craie phosphatée ; il en est qui sont sous de la craie blanche. De plus, leur structure nodulaire semble suggérer une action de concrétionnement accompagnée d'un arrêt et d'un changement dans la sédimentation.

Quant aux perforations, il est disposé à admettre l'opinion de M. Zittel que ce seraient des moules d'éponges cornées.

taille dans tous les sens et jusqu'à une profondeur de plus de 1 mètre. Ils ont parfois traversé les restes de la couche dure, mais ils se sont alors borné a y percer un trou cylindrique ; arrivés dans la craie inférieure plus tendre, ils y ont étalé leurs galeries ramifiées (Pl. II et III). Dans la craie à polypiers, on constate que l'animal perforant passait entre les branches coralliennes en les respectant. Quelquefois, il pénétrait dans l'intérieur d'un polypier. On voit une branche dont les cloisons ont été détruites et qui est remplie à moitié par de la craie blanche, à moitié par de la craie phosphatée.

Ces perforations ont précédé le dépôt de la craie phosphatée riche, la première action des eaux chargées de phosphate a été de détruire la population perforante et de remplir les cavités de leurs sédiments. En même temps, elles déposaient sur la surface de la craie et des nodules, et quelquefois même dans l'intérieur des perforations, un vernis brun de phosphate de chaux. On remarque encore autour de certaines perforations un étui de calcaire dur, comparable à celui qui constitue la surface durcie de la craie blanche.

On pourrait supposer que la formation de l'enduit vernissé est postérieur, qu'il est dû à l'action des eaux souterraines, qui, traversant la craie phosphatée, y dissolvent du phosphate de chaux qu'elles déposent ensuite au contact de la craie. Mais on a vu plus haut que le dépôt de l'enduit est contemporain de la fixation des mollusques sur les nodules et par conséquent de la sédimentation de la craie phosphatée.

Il n'est pas prouvé du reste que les eaux souterraines filtrant à travers la craie phosphatée pourraient produire l'enduit en question. A Hem-Monacu, les poches remplies de sable phosphaté ne sont pas toujours tapissées par de l'argile noire comme à Doullens. Leurs parois sont durcies,

mais ce qu'il y a de singulier, c'est que la craie qui la constitue, au lieu d'être enrichie en phosphate, est plutôt appauvrie. L'analyse des parois d'une de ces poches a fourni pour la craie normale 2,24 °/₀ de P^2O^5 et pour la zone durcie 2,19 °/₀.

La nature littoral des dépôts de craie phosphatée vient corroborer la déduction que l'on pouvait tirer de la présence du récif corallien à la partie supérieure de la craie blanche. Un tel récif ne peut se former que sous une faible profondeur (20 brasses ou 40 mètres environ [1]). Il y a donc lieu de renoncer à l'hypothèse suivant laquelle la craie se serait déposée à des profondeurs comparables à celles où l'on trouve la boue à Globérines actuelle [2].

Ces considérations sont en parfait accord avec la théorie donnée par M. Ad. Carnot, sur l'origine des dépôts de phosphate de chaux.

Gites d'Étaves. — J'ai visité de nouveau les gîtes d'Étaves, guidé par M. Caro, chef d'exploitation de la Compagnie Anonyme, que je ne saurais trop remercier de sa complaisance.

Les seules exploitations actuellement en activité sont celles de Bocquiau, sur la pente sud de la colline qui est au N.-O. du village. C'est là que se trouvent le chantier Duplaquet et celui de la Société Anonyme.

En 1893 [3] la carrière était située à mi-côte. L'exploitation du sable phosphaté y est actuellement terminée. La craie phosphatée dans laquelle étaient creusées les poches remplies de phosphate y est aussi presque complètement enlevée. Elle avait environ 2^m d'épaisseur,

---

(1) Lapparent. — Traité de Géologie, 1. p. 357.

(2) Et même à celle de Strahan, attribuant une profondeur de 200 à 600 m. à la mer, où s'est déposée la craie phosphatée.

(3) Ann. Soc. géol. du Nord, XXI, p. 156.

formant une petite masse de 100m de large, du N.-O. au S.-E., et de 180m de long, du N.-E. au S.-O. Elle plongeait d'une dizaine de degrés vers le S.-E., reposant sur la craie blanche et recouvertes par les couches tertiaires(1). Sur l'emplacement occupé par cette craie, on trouve encore un certain nombre de nodules qui viennent du conglomérat de base et beaucoup de fossiles : Bélemnites, Huîtres, dents de Squales.

Si l'on descend par le plan incliné vers la carrière aujourd'hui en exploitation, on doit traverser une tranchée creusée dans la craie blanche inférieure ; puis à un niveau inférieur de 20m environ à la base de la carrière précédente, on retrouve la craie phosphatée. Il est évident que le banc de craie phosphatée que j'avais figuré continu (2) est divisé en deux parties par une faille.

La seconde partie de la craie phosphatée, celle qui est actuellement exploitée, se trouve située au fond du vallon et est aussi légèrement inclinée vers le S.-E., où elle va probablement se terminer par une faille comme je l'ai figurée en 1893. La constatation de la faille qui est au N. et que je ne soupçonnais pas alors, donne une grande probalité à mon hypothèse.

Dans cette seconde partie (fig. 3), la craie phosphatée est surmontée par de la craie blanche. Cependant son épaisseur est très variable. Si l'on suit le banc de craie phosphatée dans sa longueur, c'est-à-dire du N.-E. au S.-O., on voit son épaisseur s'accroître de 3m à 12m ; puis subitement elle revient à 3m pour acquérir de nouveau 12m, aller buter contre un mur de craie blanche et revenir à l'épaisseur de 1m.

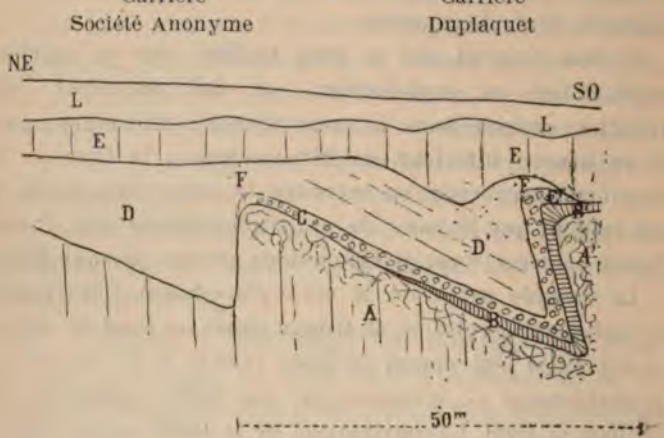
On ne peut, en apparence, expliquer cette disposition

(1) Loc. cit., p. 156.
(2) Loc. cit., p. 158, fig. 3.

que par l'existence de deux failles, **F** et **F'**, perpendiculaires aux failles précédentes.

On verra plus loin comment cette hypothèse doit être modifiée.

Fig. 3. — *Coupe du gîte de craie phosphatée d'Étaves.*



A, A'	Craie blanche à surface perforée.
B B'	Craie dure.
C C'	Conglomérat phosphaté.
D D'	Craie phosphatée.
E	Craie blanche supérieure.
F F'	Pseudo-failles.
L	Limon.

A la base de la craie phosphatée il y a un conglomérat, C, formé de nodules semblables à ceux de Hem-Monacu. Les uns sont très durs, grisâtres, traversés d'une foule de petits cylindres tortueux qui sont dûs à d'anciennes perforations ; leur forme est plus ou moins arrondie; leur surface, couverte de Serpules et d'Huitres qui s'y sont fixées, est revêtue du vernis brun caractéristique. Les autres nodules

blancs, moins durs, ont une forme plus irrégulière ; leur surface est plus corrodée, le vernis moins abondant. Ces divers nodules proviennent de la craie sous-jacente.

En certains points de la carrière d'Étaves, on rencontre à la surface de la craie blanche inférieure, un banc de calcaire dur B, épais de 20 à 50 centimètres, dont la composition n'est pas toujours la même.

Tantôt c'est du calcaire assez compact, traversé par les nombreuses petites perforations dont il vient d'être question plus haut. Tantôt il a une structure brèchiforme, il paraît formé de fragments de craie durcie, ou de calcaire dur précité, réunis par un ciment où les grains de phosphate sont abondants. On estime que ces parties dures contiennent en moyenne 38 % de phosphate de chaux.

La surface du banc dur porte des Serpules, des Huîtres, des Spondyles et au-dessus le vernis brun. Il y a par place plusieurs bancs de vernis et certains fragments de la brèche sont enveloppés de vernis. Celui-ci se déposait donc en même temps que se formait la brèche.

Le calcaire dur est traversé par des perforations droites assez étroites, qui s'élargissent, se ramifient et s'anastomosent dès qu'elles arrivent dans la craie jaune sous jacente. Ces perforations ne s'ouvrent pas toujours en dehors. Il en est dans lesquelles la brèche pénètre et qui sont alors recouvertes par le vernis (Pl. I et II). On doit les considérer comme antérieures à la formation de la brèche, ou plutôt comme contemporaines.

On doit aussi admettre que ces lambeaux de calcaire dur sont les restes d'un banc général qui couvrait la craie blanche inférieure et qui a été presque partout enlevé et roulé avant le dépôt du conglomérat dont il a fourni les nodules.

L'apparence de faille (**F'**) qui limite au S.-O. la carrière Duplaquet présente une disposition des plus curieuses (fig. 3).

Sur la lèvre N.-E. de la faille, la craie phosphatée (**D'**) a 10^m d'épaisseur ; les bancs sont peu nets, cependant ils paraissent s'incliner vers la faille. Une petite couche régulière de nodules, située à 1^m50 au-dessus du fond présente cette inclinaison. L'autre lèvre de la faille montre un mur de craie blanc-jaunâtre, lourde, demi-dure, traversée en tous sens par de larges perforations remplies de craie phosphatée. Au-dessus vient le banc de calcaire dur B', dont il a été question précédemment ; puis, le conglomérat C' et la craie phosphatée ordinaire qui n'a pas plus de 1^m d'épaisseur et qui cesse rapidement vers le S.-O. Il y a donc une dénivellation d'environ 10^m.

Si on examine le mur de craie jaunie (**A'**) on voit que les perforations ramifiées s'étendent sur toute sa surface depuis le haut jusqu'en bas. Dans la partie qui n'a pas encore été exploitée, le banc de calcaire dur est plaqué contre le mur de craie jaunie ; il tapisse donc la faille [1]. Il est accompagné du côté de la craie phosphatée par une petite couche de conglomérat, formée de nodules roulés, empâtés dans de la craie phosphatée et accompagnés d'huîtres très abondantes. C'est évidemment la base de la craie phosphatée, redressée et plongeant avec une inclinaison de 85° sous la craie blanc jaunâtre.

La craie jaunâtre, le calcaire dur et la base du conglomérat ont donc été repliés et pour ces trois couches l'apparence de faille n'est qu'un pli à angle droit. Je considère comme probable qu'il en est de même pour la craie brune, malgré l'apparence des fissures plus ou moins parallèles, qui se dirigent vers la pseudo-faille.

---

(1) Dans la figure, je l'ai représenté constituant un banc continu ; en réalité l'état de la carrière ne m'a pas permis de m'en assurer ; il est possible qu'il soit discontinu et démantelé comme je l'ai dit précédemment.

Il y aurait donc là une véritable cuvette produite par un pli synclinal tout à fait comparable à ceux qui affectent les terrains primaires des environs d'Avesnes. C'est l'hypothèse à laquelle je me rallie pour le moment.

Une autre pseudo-faille **F** de même direction et probablement de même nature existe dans la concession de la Société Anonyme. L'exploitation momentanément suspendue doit reprendre dans quelques mois ; j'espère qu'elle nous donnera de nouvelles lumières sur cet intéressant problème.

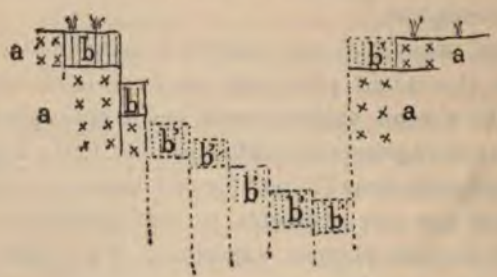
Ce n'est pas le seul que soulève la coupe de la carrière d'Etaves. Il a été dit plus haut que la craie blanche supérieure (**E**) s'étend uniformément sur la craie phosphatée, quelque soit l'épaisseur de cette dernière. Cette disposition n'est explicable dans l'hypothèse de failles ou de plis qu'en supposant que ces accidents se sont produits avant le dépôt de la craie blanche supérieure. Il y a donc discordance de stratification entre la craie blanche et la craie craie phosphatée qui est au-dessous. Le plissement si accentué est antérieur au dépôt de la craie blanche, mais il s'est continué pendant le commencement de ce dépôt, car on peut voir dans la carrière Duplaquet la craie blanche épousant légèrement le pli synclinal de la craie phosphatée.

Par suite de la discordance de stratification, on devrait s'attendre à trouver un conglomérat entre la craie blanche et la craie phosphatée. Il n'en est rien ; mais il y a à la surface de la craie phosphatée, sous la craie blanche, une couche irrégulière de sable phosphaté riche ayant en moyenne dix centimètres.

On peut supposer que ce sable phosphaté a été isolé de la craie phosphatée pendant une période d'émersion qui a suivi le plissement. On peut aussi admettre que la décalcification s'est faite souterrainement. Les eaux qui

circulaient dans la craie phosphatée s'accumulant au ciel de la nappe aquifère par suite de la difficulté de pénétrer dans la craie blanche, y exerçaient leur pouvoir dissolvant. J'ai déjà appelé l'attention de la Société géologique du Nord (1) sur l'action de l'eau des nappes aquifères au toit de la couche, au contact d'une couche imperméable qui s'oppose à leur ascension (2).

Fig. 4. — *Coupe hypothèque du gîte des Vanelles.*



a Craie blanche. — *b* Craie phosphatée. — *b'* Id., enlevée.

M. Caro m'a conduit visiter le gîte de Vanelles situé à 2 kilomètres au S. d'Etaves et à l'E. de la cote 116 de l'Etat-Major. A ce gîte, qui est complètement épuisé, le

(1) Ann. Soc. Géol. Nord XXI p. 148.

(2) *Note ajoutée pendant l'impression.* — La première hypothèse est la bonne. Je viens de me procurer des fragments du banc supérieur de craie phosphatée, sous le sable. On y trouve des perforations dans lesquelles pénètre le sable phosphaté. Il y aurait donc eu après le dépôt de la craie phosphatée, lixiviation de cette craie, séparation des grains phosphatés, et formation d'une nappe horizontale de sable phosphaté.

Ainsi se confirmerait l'hypothèse, que j'ai déjà admise plusieurs fois, sur la possibilité de la séparation de sable phosphaté par lixiviation, sur son remaniement à l'état de dépôt sédimentaire et sur sa descente dans les poches à la manière des autres couches tertiaires.

phosphate de chaux remplissait un large fossé qui avait jusqu'à 8m 50 de profondeur. Malheureusement lors de ma visite presque tout était remblayé, je n'ai pu voir qu'un bord du fossé. On y distinguait la trace de deux failles parallèles situées à 40 centimètres l'une de l'autre et produisant des dénivellations d'un mètre. Il est probable que la fosse était le résultat d'une série de petites failles parallèles. Mais d'après ce que m'a dit M. Caro, du côté opposé à celui que j'ai vu, il n'y aurait eu qu'une seule faille d'une amplitude beaucoup plus grande.

Le gîte de Puy Ségur à l'O. du village près de la ligne du chemin de fer a été aussi complètement épuisé par la Société Anonyme; M. Caro m'a donné à son sujet les renseignements suivants : La craie phosphatée remplissait trois dépressions de 15, 20 et 60m de large. La dernière, la plus orientale montrait la craie blanche supérieure à la craie phosphatée et se terminait à l'E. par un mur de craie blanche.

Un autre petit gîte non encore exploité se trouve à 700 mètres du précédent.

Gîte de Fresnoy-le-Grand. — L'exploitation de la carrière de M. Flour est très avancée; on n'y voit plus les failles ou plutôt les plis que j'y ai indiqués [1]. L'exploitation est reportée un peu plus haut.

Le fond de la carrière présente actuellement la coupe suivante de haut en bas :

f.	Limon, cailloux et sable.	2m
e.	Craie blanche	4m
d.	Craie grise phosphatée	1m50
c.	Conglomérat de nodules phosphaté	0m10
b.	Craie très perforée ayant l'apparence d'un conglomérat (Pseudo-conglomérat).	0m15
a.	Craie blanche inférieure avec nombreuses perforations.	

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord XXI, p. 151, fig. 1.

La couche de craie phosphatée **d** est actuellement exploitée sur une longueur de 100^{m} du S.-E. au N.-O. Elle est séparée en deux bancs par une petite couche plus argileuse. Vers l'extrémité N. de la carrière, elle perd rapidement de sa richesse en phosphate; les grains de phosphate de chaux diminuent en nombre, en même temps que de petits nodules se disséminent dans toutes l'épaisseur de la couche. Il y a passage insensible, mais rapide, entre la craie exploitable et celle qui ne l'est pas. Tandis que dans la partie exploitée le banc de craie phosphaté à 1^{m} au-dessus du conglomérat contient encore plus de 30 °/₀ de phosphate de chaux ($P^2O^5 = 14$ °/₀), à une distance de 4^{m} le même banc, non exploité cette fois, ne renferme plus que 13 °/₀ de phosphate ($P^2O^5 = 6,20$ °/₀).

Le conglomérat **c** est formé de petits nodules de craie phosphatée dure, arrondis et vernissés à la surface, enveloppés dans de la craie phosphatée sableuse.

La couche **b** a aussi l'apparence d'un conglomérat, mais quand on l'étudie avec soin, on remarque qu'elle est formée de fragments irréguliers de craie blanche entourés de craie phosphatée sableuse, très riche, qui est aussi abondante sinon plus que la craie blanche. On doit la considérer comme de la craie blanche criblée de perforations si étendues et si abondantes qu'il ne reste plus que des morceaux isolés de la roche primitive [1].

Les morceaux de craie blanche qui sont à la partie supérieure de la couche sont couverts du vernis brun. La couche **b** constituait donc la surface de la craie blanche avant les perforations qui l'ont en grande partie fait disparaître. Le vernis brun n'est pas absolument limité à la surface supérieure des morceaux de craie blanche; il descend souvent sur les autres surfaces des morceaux de craie blanche, mais il y est moins épais.

---

(1) Loc. cit., p. 154, fig. 2.

La craie blanche inférieure **a** présente aussi des perforations très nombreuses, qui vont en diminuant avec la profondeur. Elle n'est pas nettement séparée de la couche **b**, mais tandis que dans la couche **b** les morceaux de craie blanche sont complètement isolés, dans la couche **a**, il y a simplement engrenage très ramifié de la craie blanche et de la craie phosphatée.

Dans un point de la carrière, la partie supérieure de la craie blanche sous le pseudo-conglomérat crayeux, présente une petite zone de craie très dure, rayant le verre. Elle rappelle, avec plus de blancheur, la zone durcie qui tapisse les parois de certaines poches.

On a rapporté plus haut l'opinion que ce durissement serait dû à des eaux qui, après avoir traversé la craie phosphatée, auraient déterminé une cristallisation dans la craie. Mais pourquoi la craie serait-elle durcie en un endroit plutôt qu'en un autre ? Pourquoi les fragments de craie blanche du pseudo-conglomérat ne sont-ils pas durcis et sont-ils cependant phosphatés ($P^2O^5 = 21\ \%$) [1] tandis que la craie dure ne l'est pas du tout (P^2O^5 traces) ? Remarquons que cette craie dure ne ressemble pas aux nodules durs de craie phosphatée qui constituent le véritable conglomérat.

A 50m environ de l'extrémité du chantier Flour, se trouve une petite carrière exploitée par M. Loesch. Lorsque je l'ai vue, elle consistait presqu'uniquement en une poche dans laquelle on tirait du sable phosphaté.

Les parois de la poche étaient formées par de la craie blanche, tendre, tapissée de trois millimètres à peine d'argile noire.

---

(1) En raison des perforations sans nombre de cette couche il est possible que les parties analysées fussent mélangées de sable phosphaté.

Sur la craie blanche, il y a 0^m75 de conglomérat formé de nodules arrondis en calcaire phosphaté dur, dont la teneur est en moyenne 23 à 24 % d'acide phosphorique. Ces nodules atteignent une grosseur assez considérable ; beaucoup sont du volume du poing. Leur intérieur présente presque toujours une foule de petites perforations vermiculées, qui sont vides ou remplies de sable phosphaté.

Outre ces nodules d'apparence assez homogène, le conglomérat contient des blocs plus volumineux de calcaire dont la richesse en phosphate de chaux atteint 59 % (P^2O^5 = 27, 16 %) : Leur structure est bréchoïde ; ils contiennent eux-mêmes des nodules roulés et perforés analogues à ceux du conglomérat, mais de plus petite taille. Ce sont évidemment des fragments arrachés à une couche dure aujourd'hui détruite comme celle d'Étaves. Il y a là aussi une série de phénomènes dont le caractère littoral est indéniable.

Ainsi la brèche est une formation intermédiaire entre celle du calcaire dur à perforations vermiculées, dont elle contient des nodules roulés, et celle du conglomérat, où elle se trouve en fragments remaniés.

Quelques fragments à structure vermiculée affectent la forme d'une croûte irrégulière, légèrement courbe, dont la surface convexe, vernissée et criblée de perforations cylindriques offre l'aspect des rochers qui émergent à marée basse, tandis que la surface concave, très inégale semble avoir été violemment arrachée d'un banc crayeux, auquel elle adhérait et dont elle a emporté des fragments.

Sur le conglomérat, il y a dans la carrière Loesch un banc de 1^m d'épaisseur de craie peu phosphatée (P^2O^5 = 8,80) qui contient des nodules de calcaire dur dont quelques-uns sont du phosphate de chaux presque pur (87 %; P^2O^5 = 40 %).

Gites du Ponthieu. — Le phosphate de chaux du Ponthieu a été reconnu au sommet d'un petit plateau qui s'étend du N. au S. depuis l'église de Marcheville jusqu'à 1 kil. de Domvast. Les deux extrémités sont seules exploitées et jusqu'à présent [1] on n'en retire que le sable phosphaté.

A Marcheville, dans le chantier Lheureux, les poches sont peu profondes, la craie phosphatée manque, le sable est directement sur la craie blanche dont il est séparé par une petite couche argileuse de $0^{m}20$.

A la base de ce sable phosphaté, il y a un conglomérat argileux rempli de nodules de phosphate de chaux et souvent coloré en noir par de la matière charbonneuse. Il a 40 à 50 centimètres d'épaisseur.

Au-dessus vient du beau sable phosphaté constituant une zone irrégulière de 1 à $1^{m}50$ d'épaisseur ; puis une nouvelle couche de sable rempli de petit nodules ($0^{m}50$). Le tout est surmonté de $1^{m}50$ à 2^{m} de limon avec quelques gros silex.

L'exploitation Cuch située contre la Chaussée Brunehaut au N. de Domvast présente des poches profondes analogues à celles de Doullens, qui traversent de la craie phosphatée et en-dessous de la craie blanche.

La couche inférieure de la craie phosphatée contient beaucoup de petits nodules de calcaire phosphaté. Entre elle et la craie blanche, on voit une très mince couche de sable phosphaté avec nodules. Il semble que ce soit le résidu d'une dissolution de la craie phosphatée par les eaux souterraines, qui se trouvent arrêtées à la surface de la craie blanche moins perméable que la craie grise.

Ce phénomène est dans une position opposée, de même nature que celui que j'ai mentionné à propos des sables phosphatés d'Etaves. Les eaux d'imbibition ont une action

(1) Mai 1896.

oxydante et dissolvante plus puissante au toit et au mur d'une roche perméable que dans son intérieur.

La craie phosphatée de Domvast a 2 mètres d'épaisseur. Elle est recouverte par du limon qui contient quelques petits silex à surface blanchie.

On y trouve au centre des poches un peu de sable tertiaire. Ce fait est en rapport avec la géologie de la région, où les couches tertiaires sont beaucoup plus développées que la carte géologique ne porterait à le croire.

EXPLICATION DES PLANCHES

Pl. I. — Fragments du récif crayeux *à Diblasus arborescens* d'Hem Monacu.

Pl. II. — Partie supérieure de la craie blanche durcie, vue de profil.

M. Craie blanche durcie.

N. Brèche.

O. Surface avec enduit brun.

A. Partie supérieure d'un tube de perforation rempli par la brèche; plus bas, ce tube est rempli de sable phosphaté.

B. Base du même tube se ramifiant ensuite dans l'intérieur de la craie blanche (Voir Pl. III).

a. Autre tube de perforation aboutissant à la brèche.

b. Troisième tube de perforation dont on peut suivre sur le côté l'arrivée à la surface.

c. Tube de perforation vu en coupe.

Pl. III. — Même échantillon vu de dessous.

B. Base du tube de perforation (voir Pl. II) qui se dirige ensuite horizontalement et se ramifie d'une manière irrégulière.

Note sur les **Polypiers d'Hem-Monacu**

par **H. Parent**

Pl. I, A et B.

Diblasus arborescens, *nov. sp.*

Polypier composé, rameux, à bourgeons disposés irrégulièrement ; calices réunis par un cœnenchyme abondant, compact, à surface ornée de côtes assez fortes, rayonnantes. Ce polypier est épais à la base et les branches qui se forment plus haut sont souvent réunies par un cœnenchyme encroûtant ; ces branches qui peuvent atteindre une longueur notable portent de nombreux bourgeons qui le plus souvent restent courts.

Les cloisons sont nombreuses, alternativement grandes et petites ; elles se dirigent directement de la paroi interne de la muraille vers le centre du calice, mais là elles se tordent, se réunissent en une masse feuilletée, formant ainsi une fausse columelle ; ce sont les grosses cloisons qui concourent à donner cette apparence de columelle.

Les cloisons sont granulées, non débordantes, un peu plus minces vers le bord externe.

La muraille est épaisse et le cœnenchyme est soudé directement à la muraille.

Les calices sont circulaires ou subcirculaires, un peu inégaux.

Les côtes sont nombreuses, simples, irrégulières, parfois disposées en faisceaux ; elles sont interrompues dans leur trajet et prennent alors une forme contournée.

La multiplication se fait par bourgeonnement, irrégulièrement ; les bourgeons se développent sur les parois externes de la muraille ; le bourgeonnement est toujours latéral.

D'après les caractères que nous venons de donner ce polypier peut être rangé dans la division des *Polyastrées*

apores, de M. de Fromentel [1], famille des *Oculiniens* (caractères principaux de ce groupe : multiplication par bourgeonnement ; gemmation latérale ; calices disposés irrégulièrement ; cœnenchyme soudé à la muraille ; polypier rameux).

Les Oculiniens crétacés sont peu communs ; on en cite 3 genres : *Synhelia*, *Prohelia* et *Baryhelia* [2].

Le polypier que nous étudions paraît, au premier abord, voisin du genre *Synhelia* [3], mais il ne possède pas de columelle ; ce caractère très important nous conduit à le rapprocher du genre *Astrohelia*, connu seulement dans le Tertiaire.

M. Lonsdale a décrit dans : « Dixon, Geology and foss. of the tert. and. cret. form. of Sussex » sous le nom de *Diblasus* [4] un fossile du crétacé supérieur de Douvres, qui a beaucoup d'analogie avec le nôtre.

M. Milne-Edwards [5] considère Diblasus comme très voisin de Synhelia et le réunit à ce dernier ; cependant M. Duncan trouve avec raison que la structure de la columelle éloigne le genre Synhelia du genre Diblasus [6].

L'espèce décrite par M. Lonsdale et par M. Duncan porte le nom de *Diblasus Gravensis* ; c'est un polypier possédant les caractères donnés plus haut, mais très irrégulier, encroûtant, massif, dont les bourgeons ne s'élèvent pas en branches comme dans le Diblasus que nous décrivons ; c'est le principal caractère qui différencie nettement ces deux espèces.

Diblasus arborescens forme de véritables récifs dans la craie à *Belemnites quadratus* d'Hem-Monacu.

---

(1) De Fromentel : Paléontologie française, terr. crét zoophytes, page 135.

(2) De Fromentel, op. cit., p. 487.

(3) Voir : Milne-Edwards : Hte nate des coralliaires, tom. 2, p. 113. Voir : De Fromentel : op. cit., p. 488.

(4) Voir aussi : Duncan, British fossil corals, pl. 2, fig. 1 à 11.

(5) Milne-Edwards, op. cit., p. 115.

(6) Voir la fig. de la page 15 de : Monograph of the british foss. corals, 2e série, partie II, no 1, de Duncan.

Légende de la feuille de Saint-Nazaire

(N° 104 de la carte géologique de France au 1/80.000)

par Charles Barrois

INTRODUCTION

La feuille de Saint-Nazaire appartient au Plateau Méridional de la Bretagne. Elle comprend la terminaison des longues bandes schisto-cristallines orientées à 100°, qui constituent cette région naturelle, et présente deux lignes de faîte, à structure anticlinale, celle de Nozay au N., et celle de la Chapelle-sur-Erdre au S. — Au S.-O., le Sillon de Bretagne correspond à la ligne de partage des eaux de la Vilaine et de la Loire, et forme la limite de deux régions distinctes par leur climat et leurs productions naturelles, la Bretagne et la Vendée.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES ÉTAGES SÉDIMENTAIRES

(A) *Dunes :* Une petite dune se forme, en ceinture, dans toutes les anses de la Loire, lorsque la hauteur de l'alluvion a dépassé le niveau moyen de la mer.

(a^2) *Alluvions modernes :* Argile vaseuse grise, d'apparence homogène, mais visiblement stratifiée et présentant vers l'embouchure de la Loire, une succession de petits lits horizontaux de sable, d'argile, de débris végétaux, épais de 0^m003 et assez réguliers parfois pour avoir fourni les données du chronomètre préhistorique de St-Nazaire. A 6^m de profondeur, dans cet estuaire, soit 1^m50 au-dessous du niveau de la basse-mer, M. Kerviler a reconnu la présence dans un lit de sable, de poteries gallo-romaines

et un bronze de l'Empereur Tetricus (268) ; à 4^m sous le niveau des basses-mers, un lit de gravier lui a fourni des ossements et des objets de l'âge du bronze ; à 6^m sous le même niveau, gisement des haches en pierre polie : l'épaisseur totale du dépôt atteint 30^m dans le bassin de Penhouet.

Ces vases de nature argilo-sableuse, forment aussi les îles de la Loire. La comparaison de deux éditions successives de la carte d'Etat-major suffit à montrer avec quelle rapidité ces îles changent de forme et se déplacent, sous l'influence des courants. C'est encore aux apports de la Loire, qu'il faut attribuer l'envasement de l'étang actuel de la Grande-Brière, golfe marin au temps de César et où les galères des Normands pénétraient encore au VIIIe siècle. L'épaisseur de la vase y atteint près de Besné 21^m, sous le niveau de la mer, et y a fourni des coquilles marines *(Ostrea edulis, Cardium edule)*. Elle y est recouverte par des tourbes (*t*) et argiles tourbeuses, atteignant 1^m50 d'épaisseur, où l'on trouve en outre de nombreux troncs d'arbres renversés, des souches encore enracinées de plus de 1^m de diamètre. Ces tourbes sont exploitées en Été, quand les eaux sont basses. Les poissons se réunissent alors en grand nombre dans les dernières flaques d'eau stagnante de la Brière ; souvent ils y meurent, s'y décomposent, et déterminent à la surface de ces lagunes la formation d'une pellicule irisée d'hydrocarbures liquides.

(a^{1b}) *Limon*, jaune, argileux, recouvrant d'un manteau superficiel mince les plateaux, et paraissant en relation topographique avec l'extension originelle des sédiments tertiaires. Il provient en grande partie de la désagrégation de la roche sous-jacente, et se distingue par sa composition, comme aussi par sa moindre épaisseur, du limon de la côte septentrionale.

(a^{1a}) *Alluvions anciennes* : Des sables grossiers, à stratification entrecroisée, avec minces lits graveleux et veines

d'argile à débris végétaux, présentent un beau développement suivant le pied du Sillon de Bretagne; on les retrouve à l'ouest du Sillon, en divers îlots anciens. La répartition géographique de ces sables établit qu'à un moment de l'époque quaternaire, l'embouchure de la Loire se trouva au méridien de Coueron : toute la plaine qui s'étend actuellement à l'aval de Coueron, à l'ouest du Sillon de Bretagne, était une plaine maritime, un golfe où émergeaint des ilots, des hauts fonds, comme actuellement dans le Morbihan. Cette vaste baie, correspondant avec un ancien contour de la mer tertiaire, fut graduellement comblée par les eaux vaseuses de la Loire, auxquelles elle servit de bassin de décantation. Le thalweg actuel de l'embouchure de la Loire avait donc été creusé antérieurement à l'époque des ces alluvions anciennes.

(p^b) *Sables rouges*, grossiers, avec ou sans galets roulés, (massif de Nozay, Forêt du Gavre). Argiles mélangées de graviers, rappelant par leurs caractères et leur mode de formation les argiles à silex du basssin parisien (Massif du Temple). La localisation de ces deux massifs, suivant les deux lignes de partage de la feuille, indique la grande étendue de leur extension primitive ; les eaux pliocènes parvenues à la côte 100^m, recouvrirent nécessairement de leurs dépôts la feuille toute entière, jusqu'à l'époque des ruissellements quaternaires. Les graviers sont quelquefois agglutinés par de l'oxyde de fer, généralement descendu dans des poches tapissées d'argile, et concentré vers leur base (M. Davy). Dans le Pré de la Marne, au S.-E. de Severac, M. Vasseur a reconnu dans les argiles *Nassa prismatica*, *Terebratula perforata* (p^a).

(m^4) L'existence des *faluns de la Basse-Loire* sur la feuille repose sur la découverte dûe à M. Davy, de fossiles miocènes *Cardita striatissima*, *Trochus Sedgwickii*, dans les sables rouges et graviers avec argiles de la Forêt du

Gavre : il nous a été impossible de distinguer ces couches du pliocène, en raison de l'état insuffisant de leurs affleurements.

(m,) *Meulières avec Chara* de Saffré, recouvrant des calcaires lacustres à *Limnœa cornea*, superposés à des calcaires fluvio-marins à *Potamides Lamarki* : cette série correspond au calcaire du Beauce, mieux représenté ici que dans le bassin de Rennes (10m).

(m,,) *Calcaire grossier de Rennes à Archiacina armorica, Cerithium plicatum, C. trochleare*, reposant sur des argiles vertes ou jaunes sans fossiles. La superposition directe à Saffré du Miocène inférieur sur le Calcaire grossier supérieur, semble indiquer l'émersion de la contrée pendant les époques correspondant à la formation des Sables de Beauchamp et de l'Eocene supérieur. Par sa faune et sa distribution géographique, le Miocène inférieur témoigne en Bretagne d'une parfaite indépendance (16m).

(e,) *Sables et calcaires de Cambon :* le calcaire grossier supérieur est représenté par des dépôts assez variés. Les assises inférieures sont sableuses et remarquables par l'abondance et le bel état de conservation des fossiles marins qu'elles renferment. Les couches supérieures indiquant un retrait progressif des eaux de la mer, sont à l'état de marnes et calcaires saumâtres qui se terminent par un banc lacustre. On distingue de haut en bas les 4 divisions suivantes : 1° Marne et calcaire lacustres et saumâtres à *Bithinia crassilabris, Cerithium cristatum*, exploité à Pancaud pour ciment hydraulique, 2° Calcaire à *Cerithium parisiense*, 3° Sables coquilliers de la Close à *Lithocardium Tournoueri*, grès à végétaux du Bois Gouet et cherts de Grémil, à radiolaires et spicules d'éponges, 4° Sables quarzeux coquilliers du Bois Gouet à *Cerithium angulatum, C. Cailliaudi*, et grès calcarifères à *Ostrea mutabilis* de Cambon.

Ce gisement de Bois Gouet contient la faune la plus remarquable du bassin par sa beauté et sa variété. Tandis que le Calcaire grossier supérieur repose sur le Calcaire grossier inférieur dans le bassin de Cambon, il repose directement sur les terrains anciens dans le bassin de Saffré, où les couches tertiaires inférieures ne se sont pas déposées. Nous rangeons ici, d'après M. Vasseur, les argiles jaunâtres avec grès lustrés noduleux de Nort, dont les bancs souvent démantelés, présentent une si grande extension de Nort à la Forêt de Saffré ; et aussi les sables à têtes-de-chat qui se trouvent sous les sables (a^{1s}) du Sillon de Bretagne (18^{m}).

($e_{,,}$) *Le calcaire d'Arton* constitue le membre inférieur du terrain tertiaire sur la feuille, reposant directement sur les terrains cristallins dont il contient souvent des débris remaniés. On y distingue de haut en bas les trois divisions suivantes : 1° Calcaire à *foraminifères* de Saint-Gildas à *Milioles, Orbitolites complanata ;* 2° Calcaire grossier à Echinides et à grands Cerites ; 3° grès calcarifère à *Nummulites* et *Ostrea flabellula*. On rencontre de nombreux blocs de cette dernière zône, disséminés dans la Grande-Brière, entre Saint-Lyphard et Crossac.

(h_{1va}) *Schistes, grès et poudingues de Mouzeil,* avec veines de houille. La mine de Languin a donné lieu à l'exploitation de trois veines irrégulières, en chapelet, très rapprochées, incl. N. = 80°. Cette formation repose en stratification transgressive sur les terrains primitifs ; elle constitue la terminaison occidentale du bassin de Mouzeil et est limitée au sud par une faille oblique aux couches, disposée de telle sorte que le bassin de Languin ne contienne plus que les veines du nord de la concession de Mouzeil. Dans ce bassin de la Loire-inférieure, la houille devient de plus en plus grasse dans les mêmes veines, à mesure qu'on avance de E. à O.; comme aussi à mesure

qu'on passe d'une veine à l'autre, en marchant du sud vers le nord.

(h_{1vb}) *Les schistes et poudingues d'Ingrandes* présentent des affleurements problématiques à l'Est de Blain.

(S^1) *Schistes et grès d'Abbaretz* (S^1 — *Schistes*, G — *Grès*, Ph — *Phtanites*) : Schistes fins, lustrés, généralement pâles, blanchâtre, vert-rosé, dessinant sur la feuille trois bandes allongées, parallèles, 1° Guéméné-Penfao à Nozay, 2° Rieux à Vay, 3° Théhillac à Nort. Les schistes très altérés superficiellement ne se montrent qu'exceptionnellement à l'affleurement, qui est plutôt jalonné par les bancs interstratifiés de grès (G), de phtanites (Ph.) et d'ampélites, que contient cet étage. Ils présentent des caractères lithologiques distincts dans la première bande et dans les suivantes.

Dans la bande de Nozay, schistes argileux verdâtres, phtanites pâles, grès tendres psammitiques blancs ou rouges, marbrés de tons violacés dûs à l'altération du fer toujours disséminé dans ces grès (hématite rouge, fer oxydulé) : ces grès se divisent facilement en dalles et sont recherchés pour les constructions : M. Bureau y a rencontré sur la feuille voisine des fossiles caractéristiques de la faune ordovicienne (Grès de la forêt d'Ancenis).

Dans les deux autres bandes, ces grès sont représentés par des quarzites durs, gris-bleuâtre, parfois à gros grains, imprégnés de veinules de quarz, utilisables pour l'entretien des routes et d'épaisseur beaucoup moindre ; ils forment dans les landes des crêtes isolées, déchiquetées, pittoresques (Rochers de Cragou, Roche de la Vache). Les phtanites, noir, bleu-clair, blanchissant par altération, et parfois associés à des schistes ampéliteux, forment des lits interstratifiés dans le schiste argileux, et supérieurs aux grès précédents. Les plissements si complexes que présentent ces bancs de phtanite dans les carrières, où on peut les observer, permettent d'attribuer à des répétitions

d'un petit nombre de couches les nombreuses veines parallèles distinguées sur la carte. Les bancs de phtanite sont minces, variant de quelques centimètres à un maximum de 20m d'épaisseur, souvent fendillés et exploités pour les routes ; parfois ils fournissent des dalles de 1mc × 0,03 recherchées pour les constructions (Le Grippé en Théhillac). La roche est remarquable par l'absence de grains de quarz clastique et d'autres débris terrigènes, étant formée essentiellement de précipités organiques et chimiques. Elle contient environ 70 % de silice à divers états et 10 % de carbone, provenant également des dépouilles d'êtres organisés contemporains ; radiolaires à test d'opale, graptolites à polypiers chitineux. On reconnaît parfois des sections de radiolaires dans les lames minces. Les gisements de la feuille nous ont fourni *Monograptus lobiferus, M. spiralis, Diplograptus sp., Climacograptus normalis, Cephalograptus folium, Rastrites peregrinus, R. Linnœi,* faune caractéristique du Llandovery et plus ancienne par conséquent que celle des calcaires ampéliteux à *C. interrupta* (Wenlock).

(S¹) *Schistes rouges de St-Perreux :* De St-Nicolas-de-Redon à Abbaretz, affleurent des schistes vert-rosé ou rouges, oligistifères, où le fer s'isole souvent sous forme de limonite dans les fentes des parties altérées : ils sont particulièrement bien exposés dans les tranchées du chemin de fer S. de St-Nicolas et S. de Nozay, où ils alternent avec des schistes homogènes vert-bleuâtre, identiques à ceux qui sont exploités au N. de Redon pour la falsification des phosphates de chaux. La position stratigraphique de ces schistes, au-dessus des schistes d'Angers, et la présence des bancs noir-bleuâtre subardoisiers, qu'on y rencontre parfois (Nozay, Guenouvry), tendent à les faire considérer comme représentant dans ce bassin, les schistes à *Trinucleus* des bandes septentrionales.

(S^2) *Schistes d'Angers*, forment deux bandes ardoisières distinctes, celle de Nozay et celle de Guenrouet. La première perd autour de Nozay ses caractères ardoisiers, fournissant une roche massive (pierre verte), non fissile, que l'on peut scier en tous sens et même creuser à l'usage d'auges. La seconde bande perd de même ses caractères habituels à l'est de St-Gildas, où les schistes noirs ardoisiers de Severac passent graduellement à des schistes argileux verts, en dalles, à des schistes rouges, puis à des schistes fins, bariolés, finement injectés de filonnets quarzeux vers Guenrouet; au-delà de ce point, leurs caractères lithologiques ne permettent plus de les distinguer des schistes des étages plus élevés.

(S^1) *Le grès armoricain*, présente des caractères différents dans les 3 bandes qui traversent la feuille. 1° La bande de Nozay, très mince, formée de schistes avec lits alternants de quarzite dur, de grès à gros grains avec Bilobites (Grand-Jouan), et renfermant au Tertre un lit de quarzite micacé grenatifère que l'on retrouve au même niveau au S. d'Angers. 2° La bande de Béganne à Guenrouet formée d'épais grès roses, psammitiques, rappelant ceux de Redon, et renfermant des bancs très ferrugineux, à fer oxydulé octaédrique souvent altéré et transformé en limonite. Les caractères de cette bande changent brusquement au-delà de Guenrouet, où affleurent des quarzites blancs séricitiques (Gué-aux-biches), et des grès très durs, à silice recristallisée (Grâce). 3° La bande de la Rabatelais formée de quarzites gris-bleuâtre, veinés de quarz, fournit des matériaux recherchés pour les routes du département tout entier. La présence entre cette bande et la précédente, des schistes amphiboliques de Blain, comme aussi les particularités de leurs caractères lithologiques, empêchent d'y reconnaître la continuité d'une même zône, comme on serait porté à le croire, dès d'abord. L'extrême rapproche-

ment horizontal de ces deux bandes siluriennes, isolées par une crête de terrains schisto-cristallins, prouve à la fois qu'une faille d'étirement, orientée suivant leur allongement les sépare, et que la mer armoricaine s'est étendue en stratification transgressive sur les formations anciennes du sud de la Bretagne.

(x[a]) *Les schistes et arkoses de Bains*, constituent au N. E. de la feuille un massif de schistes argileux gris-verdâtre, pâles, parfois colorés en rouge, par des processus d'oxydation ; on y trouve interstratifiées des couches minces de schiste sombre, des grauwackes gris-verdâtre, des poudingues à galets de quarz et de grès vert, et particulièrement des lits d'une arkose blanche, feuilletée, caractéristique. Ces arkoses sont remarquables par le développement d'épaisses membranes séricitiques qui enlacent de gros grains de quarz subarrondis, auxquels sont associés des grains de feldspath décomposé et des débris de mica noir.

La bande de St-Dolay au N. O. de la feuille (x) diffère de la précédente par ses caractères lithologiques et probablement par son âge, plus ancien : elle est formée essentiellement de schistes très fins, soyeux, séricitiques, gris-bleuâtre, présentant par altération des teintes vives bariolées. La présence de quelques lits de phtanite, et l'absence des lits d'arkose fournissent encore des traits distinctifs pour cette bande qui revet graduellement ainsi les caractères primitifs du ζ^2.

TERRAINS ÉRUPTIFS ET MÉTAMORPHIQUES

(π) *Porphyre petrosiliceux* constitue deux filons puissants, l'un au N. de Saint-Gildas sur l'Isac, l'autre à Rieux, où il détermine dans la Vilaine le seuil de Bellion : ils sont activement exploités pour l'entretien des routes locales. Ce porphyre présente les éléments suivants : I. mica noir,

orthose microperthitique, quarz pyramidé à golfes de pâte, II. concrétions autour du quarz, et sphérolites de matière pétrosiliceuse imprégnée de quarz globulaire, sphérolites à croix-noire, parfois magma pétrosiliceux fluidal.

($G\gamma^a$) *Quarzites de Fégréac séricitiques, parfois feldspathiques*, de couleur blanche ou vert-clair, dûe à la séricite. On y reconnaît de nombreux gros grains de quarz, arrondis ou bipyramidés, des grains de feldspath triclinique rares, cimentés par des membranes continues de séricite. Le fer est généralement à l'état de fer oxydulé. Le gisement de ces quarzites, passant parfois à des porphyres (Puceul), et à des porphyroïdes schisteuses (γ^a), est lié d'une façon si intime à celui des schistes séricitiques de Nort ($S^4\gamma^a$), qu'on ne saurait leur refuser une origine métamorphique commune. On est ainsi porté à y voir des représentants métamorphisés des bancs de grès siluriens (S_4G_1).

($S^1\gamma^a$) *Schistes séricitiques de Nort*, cristallifères, blancs ou verts, parfois rouge-violacé, soyeux, lustrés, ou chloriteux, présentant parfois grenat, mica noir, amphibole bleue sodifère et albite. Ils sont souvent enrichis en silice, en amandes parallèles serrées entre leurs feuillets, avec albite et chlorite. Il est difficile de reconnaître et de distinguer dans cette bande, continue de Rieux à Nort, les caractères habituels du silurien breton ; les caractères lithologiques de ces roches séricitiques à albite, les feraient plutôt rapporter à l'étage des schistes à minéraux (ζ^2), si quelques bancs caractéristiques de quarzite et de phtanite ne venaient élucider la stratigraphie. La ressemblance lithologique de ces massifs schisto-cristallins avec les formations primitives (ζ^2) est assez grande, pour que leur identité ait été admise jusqu'ici, par la plupart des auteurs.

($S^1\gamma^a$) *Quarzite du Gué-aux-Biches :* Quarzite blanc feuilleté, séricitique, rappelant dans les carrières du Chat-Troussé,

de la Gouarais, du bois de Restin, les quarzites (G. ζ^2) de Guérande ; à la côte 32, au S. du Gué-aux-Biches, ils ont conservé les caractères du grès rose de St-Gildas ; le fer y a cristallisé à l'état d'oligiste, autour du moulin Perni, où il a été exploité.

(ν) *La porphyrite* andésitique ($\nu_{,,,}$) ne forme que de rares venues de roches très altérées (Fégréac). A la Rouillarderie, en Saint-Nazaire, affleure un filon de *porphyrite micacée*

(γ^1) *La granulite* forme 3 venues parallèles dirigées à 100°. La première dessine à O. de Nozay, une ellipse allongée, où la roche présente les caractères de la granulite du massif d'Allaire (Morbihan) ; la seconde située à O. de St-Dolay offre la continuation des granulites à grains plus fins de Plumergat ; la dernière, dirigée d'Herbignac à la Chapelle-sur-Erdre comprend d'importants massifs de roches grenues, identiques à celles du massif de Belz, elle est légèrement laminée sur son flanc nord ($\gamma\ \zeta^2$). Les granulites grenues de la feuille, bien qu'elles ne soient représentées à la surface que par un chapelet de culots et de boutonnières, permettent cependant de reconnaître avec leurs caractères individuels les longs affleurements visibles à l'ouest, dans les contrées plus profondément dénudées du Morbihan, et que l'on suit à l'est, sous forme de massifs distincts jusqu'à Angers, aux confins du bassin parisien. La continuité souterraine de ces ellipses alignées est ainsi mise en évidence.

En outre de ces 3 zônes principales, la granulite, généralement à l'état d'aplite ou de pegmatite, forme encore de nombreuses lentilles et filons, trop minces pour être distingués sur la carte, dans les massifs de micaschistes et gneiss granulitiques. Elles correspondent à plusieurs venues successives, comme l'attestent à la fois l'intersection de certains filons et la postériorité de quelques-uns d entre

eux au métamorphisme de diverses roches granulitiques (gneiss, pyroxénites). Les pegmatites formées d'orthose et de quarz sont modifiées en traversant les serpentines (Barel) et les pyroxénites (Roiloup) : dans le premier cas, il se développe albite, actinote ; dans le second, sphène, oligoclase, pyroxène. Des aplites, en filons dans les granulites du S. de la feuille, ont fourni avec les éléments habituels à ces roches, albite, grenat, apatite et tourmaline.

($\gamma^1\zeta^2$) *La granulite feuilletée* présente de nombreuses variétés de roches feuilletées, pauvres en minéraux accessoires, ayant pour caractères communs une structure gneissique, glanduleuse, rubanée, une grande richesse en mica blanc ou noir et en feldspaths fragmentés, avec quarz granulitique en grains étirés, en gouttelettes, en nappes. Une variété dure, rubanée, cornée, employée pour l'entretien des routes passe au Halleflint. La disposition rubanée, fibreuse, propre à ces roches est dûe à un développement secondaire de mica en minces membranes continues.

Cette formation dessine sur la feuille, de la Roche-Bernard à St-Etienne-de-Montluc, suivant le Sillon de Bretagne, une large bande continue, parallèle à la zône des gneiss anciens (ζ) de l'axe anticlinal des Cornouailles. L'aspect brèchoïde de ces roches, en lames minces, le développement des minéraux secondaires, la direction oblique de leur gisement par rapport à celui des granulites grenues précitées, d'âge carbonifère, semblent indiquer qu'il y a lieu de les rattacher à des venues granulitiques plus anciennes, ayant subi comme les terrains primitifs encaissants, les déformations mécaniques de l'époque carbonifère.

($S^1\gamma^1$) *Schistes et grès tourmalinifères de la Forêt d'Ancenis :* Autour du massif granitique de Nozay, les roches présentent des variations étendues, les schistes se chargent de biotite,

muscovite, tourmaline, grenat ; les grès se transforment en quarzites aimantifères ou en quarzites à tourmalines et zircons. Ces grès tourmalinifères apportent un document précis à la théorie du métamorphisme de contact, en montrant comment un minéral, développé grâce aux émanations du massif granulitique voisin, est venu émigrer dans des couches sédimentaires, et pénétrer feuillet-par-feuillet les grès encaissants. Ces cristaux forment parfois jusqu'au quart du volume du grès, où ils sont disposés en aiguilles de 0,005 enchevêtrées suivant les plans de stratification, en lits continus, alternant régulièrement avec de minces nappes quarzeuses.

($S^2\gamma^1$) *Schistes maclifères de Nozay*, très sensibles à l'action de la granulite, perdent leur structure feuilletée, et acquièrent jusqu'à 3 kil. du contact une texture massive qui permet de les scier et de les tailler en divers sens (pierre verte) ; en approchant du contact, le mica noir et surtout la chiastolithe se développent dans la roche (Marsac). Les cristaux de chiastolithe souvent épigénisés en damourite, atteignent 0,10 de longueur et présentent des déformations mécaniques remarquables, postérieures à leur cristallisation : ils sont étirés en fuseau, tordus, tronçonnés, comme les célèbres belemnites des régions alpines.

($\zeta^2\gamma^1$) *Micaschistes et gneiss granulitiques de Nivillac*, très riches en biotite, avec orthose, oligoclase, quarz et parfois sillimanite et grenat almandin, formant trois faisceaux principaux : l'un au N. de Nivillac sur la Vilaine, le second au midi de Pont-Château, et le dernier au S. de la granulite de Vigneux, vers Orvault. Ces roches se distinguent des roches moins granulitiques de même âge (ζ^2), parce qu'elles sont plus dures, rubanées, moins noduleuses fournissant de meilleurs moëllons pour la construction, et plus riches en mica blanc et feldspath de seconde

consolidation. Elles sont associées fréquemment à des masses et filons de granulite et d'aplite, et dans le massif de Nivillac à des granulites feuilletées $\gamma^1\zeta^2$.

($\zeta^2\gamma^1$) *Leptynites et gneiss granulitiques de Héric*, formant au centre de la feuille, de Pont-Château à Héric et à Casson, un faisceau de couches gneissiques, variées, riches en mica blanc. Lits alternants de granulite feuilletée, de schistes micacés et chloriteux feldspathisés, de gneiss et surtout de leptynites blanches, à grains fins, compactes, en bancs où en plaquettes, habituellement au voisinage des lits basiques. Ces couches paraissent passer latéralement, par alternances répétées, aux granulites feuilletées suivant le méridien de Pont-Château : il est difficile de tracer entre elles une limite exacte, en l'état des affleurements. Nous avons compris dans la même notation divers bancs de gneiss grenu, des environs de St-Nazaire.

TERRAINS CRISTALLOPHYLLIENS

(δ^1) *Des amphibolites* rubanées, gneissiques, forment des bancs interstratifiés dans les gneiss granulitiques du sud de la feuille (Donges, Casson); elles contiennent magnétite, apatite, amphibole sombre dichroïque, orthose, oligoclase, sphène, épidote, parfois prehnite. On y trouve des accidents basiques (Paimbœuf à Migron), avec pyroxène et labrador (pyroxénite), avec grenat (eklogite), principalement développés au contact des filonnets granulitiques qui traversent la roche normale riche en quarz et en amphibole.

Il faut distinguer de ces amphibolites, les schistes actinolitiques de Drefféac à Blain, roches vertes résistantes, recherchées comme moëllons pour les constructions locales et constituant des landes stériles à sol rouge. Leurs éléments constituants sont quarz, actinote, épidote, chlorite, exceptionnellement oligoclase, et dans de nombreuses fissures géodiques, albite et chlorite.

(δ^2) *Les pyroxénites* forment autour de St-Nazaire (L'Etang, Ville-ès-Martin) et à Corsept (Roiloup, la Grée), des gisements en bancs épais de quelques centimètres à plusieurs mètres, alternant avec cipolins, amphibolites et gneiss granulitiques. Roches gris-verdâtre à gris-jaunâtre, compactes, d'apparence homogène grenue, très tenaces, à éléments disposés suivant des plans parallèles et inégalement répartis suivant ces différents plans. Elles présentent diverses variétés minéralogiques et leur structure n'est pas plus constante ; leurs divers types sont observables dans les différentes parties d'un même gisement. L'élément essentiel est le pyroxène (diopside) qui existe toujours dans ces roches où il est antérieur aux autres éléments : il est en grains arrondis ou en cristaux prismatiques allongés, parfois en plages dendritiques, et aligné suivant des plans parallèles ; c'est lui qui donne à la roche sa structure feuilletée. Il est accompagné de magnétite, rutile, sphène, apatite, zircon, calcite, et parfois idocrase ou grenat. C'est la wernérite, seule ou associée à l'oligoclase, qui cimente les cristaux de pyroxène ; l'orthose accompagne souvent et remplace parfois l'oligoclase, le quarz moule également le pyroxène. L'amphibole peut exister dans ces roches, en quantités très variables, et lorsqu'elle devient abondante la roche passe à des amphibolites ; c'est un minéral ancien, indépendant du pyroxène, en plages étendues sans formes propres, très polychroïques. Enfin on trouve de nombreux minéraux secondaires, tel qu'actinote, en houppes ou petits cristaux disséminés, épidote, zoïsite, pyrite, chlorite, heulandite.

(φ) Les *Eklogites* en lits dans les gneiss granulitiques, forment 2 faisceaux principaux : l'un traverse la Vilaine au N. de Nivillac, l'autre peut se suivre de Cambon à Héric. Ce sont des roches très denses, très tenaces, souvent employées pour l'entretien des routes, notamment

les variétés à grains fins. Elles sont essentiellement constituées de grenats rouges disséminés dans un pyroxène sodique vert-clair (omphazite), en petites baguettes allongées, dépourvues de formes géométriques, orientées dans une même direction. Le pyroxène est souvent associé à une amphibole de caractères variés, smaragdite (Cambon), actinote (Nivillac), glaucophane (Bouvron), qui est presque toujours secondaire, et fournit des passages de ces roches à des amphibolites ; elle se présente tantôt en cristaux aciculaires ou en squelettes dentelés. Ces éklogites contiennent en outre comme minéraux subordonnés, rutile, ilménite, apatite ; des minéraux secondaires, épidote, zoïsite, sphène, albite et parfois au voisinage des filons quarzeux granulitiques, quarz, disthène, mica blanc.

(σ) *La serpentine* constitue deux importants massifs, celui de Sem en Donges, isolé parmi les gneiss et un autre, long de plus de 30 kil. de Quilly à Nort, formant une venue interstratifiée, continue sur la feuille voisine d'Ancenis. Roches compactes noirâtres, vert-foncé, à cassure conchoïdale, avec taches rouges ou blanchâtres, dont l'élément essentiel est l'antigorite à structure fibreuse, enchevêtrée ou parfois fenestrée. Les silicates magnésiens dont l'altération a donné naissance à l'antigorite ont disparu, un pyroxène est reconnaissable (notamment dans la seconde venue), à la structure fenestrée de l'antigorite ; elle est souvent traversée par des veines fibreuses de chrysotile plus biréfringente. Ces gisements sont remarquables par l'abondance des minéraux secondaires, magnétite et oligiste dans les fissures, géodes de limonite à la surface du sol, magnésite (St-Omer), trémolite et asbeste (Sem), silice déposée dans des géodes ou filons ramifiés, sous formes très variées et très belles, quarz, calcédoine, agate, cornaline, jaspe, opale.

(ζ^2) *Micaschistes (Gr — quarzites graphitiques, G — quarzites séricitiques, Ca — Calcaire cipolin, Co-Cornéenne)* : Des schistes micacés bleuâtres, des schistes chloriteux, et des micaschistes noduleux plus ou moins chargés de feldspath et passant au gneiss granulitique constituent sur la feuille trois faisceaux principaux.

Le premier traversant la Vilaine par Marzan, passe au S. de Blain et de Nort ; le second formé de couches à pendage nord, s'étend de Savenay à Carquefou ; le dernier appartenant au massif de Guérande est très développé autour de St-Nazaire. En raison du développement dans ce dernier massif, de quarzites, de phtanites et de cipolins, roches habituellement caractéristiques en Bretagne, d'étages plus récents que celui des micaschistes, il y a lieu de le considérer comme plus complet que les bandes voisines, et comme montrant des couches plus élevées dans la série, telles que celles de l'étage de St-Lô (ax), dont ζ^2 ne serait ici qu'un faciès spécial métamorphique, granulitique.

Les micaschistes, riches en quarz et biotite, avec lits chloriteux grenatifères, contiennent de nombreux minéraux accessoires, notamment sillimanite en petites aiguilles brisées et ressoudées par du quarz, formant des masses fibreuses marbrées de taches violacées par l'interposition de lamelles de biotite ; le quarz et le feldspath sont très craquelés. La roche est parfois percée de filons minces de granulite, continus, mais le plus souvent interstratifiés, glanduleux, émettant sous forme de lentilles, entre les lits micaschisteux, les éléments propres au granite, diversement associés, ou surchargés de silice, qui s'isole parfois dans ces noyaux. C'est dans ces nodules et surtout à leur périphérie, que se trouve le gisement principal de tant de minéraux accessoires rencontrés dans ces couches : andalousite, en cristaux

roses ou pseudomorphisés en damourite, disthène, pseudomorphoses micacées de cordiérite, mispickel, mobybdénite, tourmaline, émeraude, apatite, grenat grossulaire rutile.

(Gr.) *Quarzites graphitiques*, noirs, charbonneux, parfois ferrugineux, très siliceux et recherchés pour les routes, ou tantôt meubles et pulvérulents, disposés en lits interstratifiés, épais de quelques centimètres à plusieurs mètres, groupés en un faisceau unique. Ce faisceau occupe une position stratigraphique constante, ses réapparitions répétées sont dûes à des plissements.

(G.) *Des quarzites séricitiques* blancs, en lits interstratifiés, formés de gros grains de quarz et de membranes de séricite sont limités dans cet étage au massif des gneiss granulitiques de St-Nazaire. Ils rappellent par leur composition les grès siluriens du Gué-aux-Biches ($S^1\gamma^a$) et ceux de Fégréac ($S^1\gamma^a$), au N. de la feuille.

(Ca) *Les cipolins* affleurent à la Paclais (Saint-Malo de Guersac) et à Ville-ès-Martin près Saint-Nazaire, en bancs interstratifiés dans les micaschistes granulitiques, et passant aux pyroxénites. Ils sont essentiellement formés de cristaux de calcite avec nombreuses macles polysynthétiques suivant b^1, et de lamelles de phlogopite disposées en lignes parallèles aux salbandes de la roche. Mais en se rapprochant des bords des bancs, à Ville-ès-Martin, la roche devient plus compacte et aux minéraux précédents s'en ajoutent d'autres, amphibole incolore, spinelle pléonaste, chondrodite (la Paclais), biotite ; plus près des salbandes, les proportions du mica et de la calcite diminuent, le pyroxène, le sphène, le feldspath orthose non maclé, le labrador, la wernerite se montrent dans la roche qui prend une compacité plus grande et passe graduellement aux pyroxénites δ^2. Mais les cipolins

présentent des aspects variables suivant les points où on les considère ; à la Paclais, ils sont plus grenus et les minéraux précédents sont réunis dans une roche qui a pu alimenter un four à chaux.

(Co) Cornéennes : Roches sombres, interstratifiées, très dures, recherchées pour les routes et composées essentiellement de gros grains de quarz et de fines lamelles cristallines de biotite, parfois avec grenat.

(ζ^1) *Gneiss*, formant d'Herbignac à Coueron une longue bande de roches compactes à gros grains serrés, donnant de bons moëllons. L'orthose souvent de couleur rose et l'oligoclase en sont la partie dominante ; le mica est généralement noir, en débris, en mouchetures, et sans orientation précise. La pyrite, la magnétite s'y rencontrent parfois assez abondamment. Des bancs massifs à grains fins alternent avec les précédents : ils sont traversés les uns et les autres par des filons de granulite à grains fins et de pegmatite.

(Q) *Le quarz* forme des filons remarquables. L'un d'eux dirigé à 140° a déterminé la formation du Sillon de Bretagne et bien que son épaisseur ne varie guère que de 1^m à 10^m, il est par sa longueur le plus important qui ait été tracé sur aucune carte géologique, présentant 190 kil. de long, de Chantenay-sur-Loire à Rosporden (Finistère). Un autre filon dirigé à 100° est reconnaissable de Bas-Tesdan sur la Vilaine, à la Hutte en Beaucouzé près Angers. Il est plus richement minéralisé que le précédent (cassitérite d'après M. Davy) et fut exploité dès l'époque romaine de Nozay à St-Mars-la-Jaille, où l'on a retrouvé des débris gaulois : il constitue la grande ligne des Mardelles gauloises de M. Kerviler. Un filon moins étendu, de 0.50 à 1.50 d'épaisseur, chargé de plomb sulfuré, a été exploité près de Crossac.

REMARQUES STRATIGRAPHIQUES.

Les alluvions de la Loire présentent à St-Nazaire une grande importance, tant en raison de leur masse, que des débris de diverses époques qui y ont été rencontrés et qui ont permis une évaluation de leur âge absolu. Les sondages exécutés dans ces alluvions ayant révélé que le fond rocheux de la Loire, sous les alluvions, était à St-Nazaire de — 27^{m} sous le niveau des basses mers actuelles, à Nantes de — 25^{m}, à Bourgneuf de — 20^{m}, à Besné de — 18^{m}, il semble qu'une oscillation du sol de la région ait dû se produire, depuis le creusement de la vallée, puisque le niveau de base du fleuve n'est plus le même. L'observation directe permet également de retracer les phases successives de la Grande-Brière et d'expliquer son mode de formation ; ce marais tourbeux occupe l'emplacement d'un ancien Morbihan, héritier lui-même d'un ancien lit de la Vilaine, creusé dans une vallée de dénudation éocène.

Les lambeaux tertiaires, si nombreux sur la feuille présentent une relation, constante pour chaque assise, entre sa distribution géographique et son altitude. Les témoins pliocènes (p^{b}) n'ont été respectés par les érosions que suivant les lignes de faîte de la région ; par contre les débris du Miocène sont limités comme ceux de l'Éocène, aux vallées actuelles et à certaines parties de ces vallées. Les dépôts du Miocène moyen ont atteint la cote 100^{m}, ceux du Miocène inférieur ont dépassé la cote 50^{m}, et ceux de l'Éocène la cote 30^{m}. Cette remarque apprend à la fois que les terrains tertiaires, soumis à des mouvements généraux d'oscillation, n'ont pas éprouvé de dérangement dans leurs relations de position, et que les reliefs de la contrée n'ont été modifiés depuis, que par des agents atmosphériques.

Le sous-sol de la région est formé par des strates paléozoïques ; ces strates reposent à leur tour sur une voûte de

gneiss fondamental, dirigée d'Herbignac à Coueron, et dont le relèvement a déterminé la formation du Plateau Méridional de la Bretagne (Axe des Cornouailles). De part et d'autre de ce pli anticlinal et reposant sur ses flancs, les strates paléozoïques redressés, oscillant autour de la verticale, se montrent ridés en ondes synclinales et anticlinales subordonnées, subparallèles, et disposées comme suit du N. au S. :

1. Synclinal de Nozay au Houx et St-Maurille,
2. Synclinal de Rieux à Vioreau et Bouchemaine,
3. Synclinal de Béganne à Teillé,
4. Synclinal de la Forêt de Groulais à Ancenis,
5. Synclinal de Nantes au Bocage Vendéen,
6. Synclinal de Grandlieu à Chantonnay (feuille de Nantes).

Ces ondes synclinales comparées entre elles, offrent une remarquable uniformité dans la dissymétrie de leurs bords, où des termes correspondants diffèrent à la fois par leur composition et leur épaisseur. Mais ces différences se montrent uniformément en relation avec les *déformations mécaniques subies*, avec des *transformations métamorphiques inégales*, et avec les *conditions initiales des faciès*.

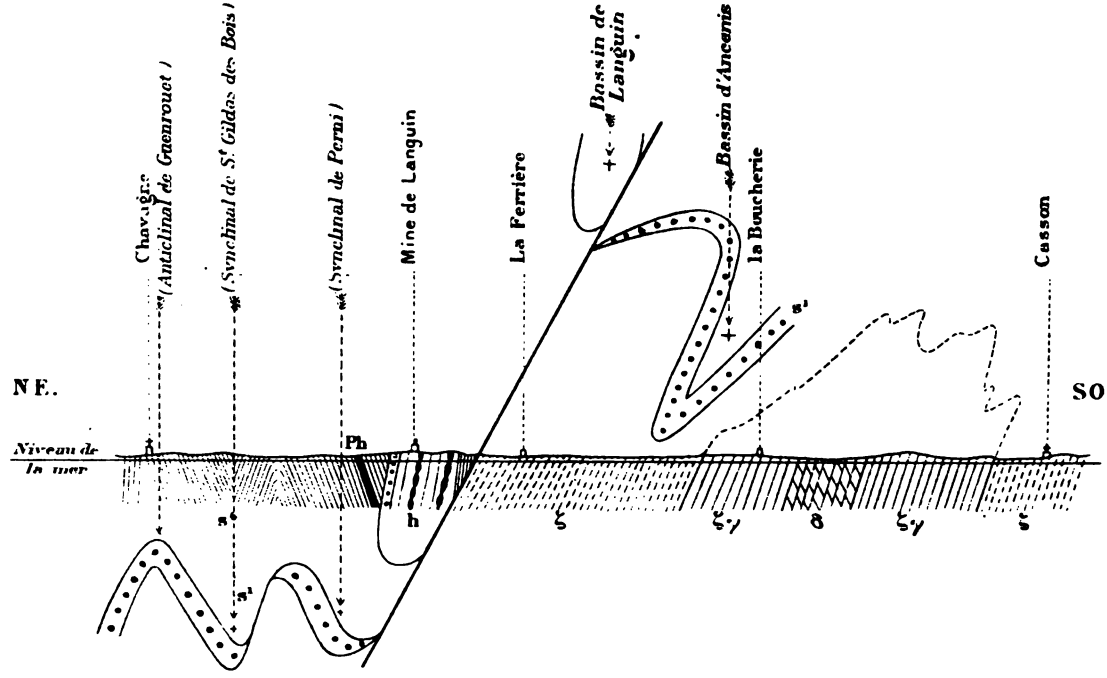
Les divers représentants des terrains paléozoïques revêtent en effet dans cette portion littorale de la Bretagne des *faciès spéciaux* variables, pauvres en fossiles, assez rapprochés par la prédominance des sédiments ferrugineux. Ce qui caractérise le rivage silurien du midi de la Bretagne, ce n'est pas l'accumulation de galets, de poudingues, mais bien l'existence de boues rouges, formées aux dépens d'épanchements paléovolcaniques. Les synclinaux de Nozay, de Rieux, sont remplis de couches siluriennes rouges, schistes ou grès, avec oligiste parfois exploitée ; le synclinal de Teillé contient plutôt des roches vertes, l'oligiste ayant été transformé en fer oxydulé. Le Dévonien, toujours mince, présente le polymorphisme propre aux formations coralliennes. Le Carbonifère, très complet, présente à l'état de Culm les divisions connues à l'état marin, dans les synclinaux bretons plus septentrionaux.

Ces modifications des sédiments ont une même cause dans le déplacement contemporain des aires de sédimentation et de leurs rivages ; le dépôt du Grès armoricain (S^1) envahit transgressivement les schistes (x) et les micaschistes (ζ^2) à mesure qu'on avance au S. de la feuille ; inversement les diverses assises du Carbonifère ($h_{,,,}$. h_{IVa}. h_{IVb}.) débordent, vers le N. de la feuille, les formations siluriennes préalablement dénudées, reposant ainsi successivement sur les différents étages paléozoïques.

L'influence des *actions mécaniques* sur tous ces étages, fut considérable ; les étirements puissants auxquels ils furent soumis se traduisent en général par des failles longitudinales, qui épousent le bord sud des plis synclinaux, toujours plus étiré et laminé que leur bord nord. Il suffira d'en citer comme exemple la grande faille orogénique qui enlève le flanc sud du synclinal de Teillé, dans toute l'étendue des feuilles de St-Nazaire et d'Ancenis. (Voir *Coupe de Languin, p. 159*).

Si l'on mesure les directions des plis énumérés ci-dessus, on constate que les 5 premiers synclinaux, parallèles entre eux, sont orientés à 100°, tandis que la ligne directrice du grand anticlinal des Cornouailles, qui les suit au sud, se trouve orientée à 125° : l'ensemble de ces rides se répartit ainsi en deux séries distinctes obliques, présentant entre elles une différence angulaire. Ces deux systèmes de plis sont soulignés par leurs *relations avec les venues granitiques* de la région : tandis que le premier est jalonné par deux lignes parallèles d'ellipses de granites grenus, d'âge carbonifère, le dernier est suivi par une venue de granulite feuilletée, laminée, distincte ($\gamma^1 \zeta^2$), plus ancienne et probablement anté-silurienne. Mais l'importance du ridement général qui est venu vers la fin des temps carbonifères, redresser et rapprocher en ondes serrées toutes les formations paléozoïques, en voilant toutes les dénivellations antérieures, rend plus incertaine l'observation de ces premiers phénomènes.

Coupe transversale passant par le méridien de Languin et montrant les relations de position des divers synclinaux de la feuille



Légende : *h*. Terrain houiller, s⁴ Silurien, *Ph*. Phtanite Silurien, s¹ Ordovicien, ζ. Micaschistes, δ. Amphibolites, ζγ. Leptynites.

Les venues granitiques carbonifères, alignées comme des grains de chapelet, montrent des relations topographiques évidentes avec les lignes directrices des rides ; c'est entre les synclinaux de Nozay et de Rieux, moins profonds relativement au niveau actuel de la surface, que ceux qui leur succèdent au N. et au S., que se placent les ellipses granulitiques d'Allaire et de Nozay ; comme plus au nord, les ellipses granitiques de Bains à Angers coïncident avec le relèvement anticlinal de Bains. Ces considérations sur la répartition des venues granitiques de la région, suivant les lignes tectoniques, permettent de rattacher à un même phénomène, sans l'expliquer toutefois d'une façon suffisante, l'existence de la remarquable *zône métamorphique* ($S^4\gamma^s$) qui embrasse sur cette feuille les schistes cristallins, d'âge silurien, des synclinaux de Vioreau et de Teillé.

Remarques hydrographiques : Les eaux atmosphériques tombées sur les faîtes granulitiques perméables du Temple, ou sur les faîtes gréseux de Nozay, sourdent le long de ces lignes de partage à la rencontre des strates schisteux imperméables. Il est un autre niveau d'eau à la base des grès armoricains de la bande de Severac. Le niveau d'eau le plus régulier correspond au filon de quarz du Sillon de Bretagne, qui draîne tout le massif des gneiss granulitiques de Savenay.

Cultures : La culture de la vigne a sa limite septentrionale suivant le Sillon de Bretagne ; au Nord de cette ligne, elle ne prospère qu'en quelques points privilégiés, tels que le lambeau tertiaire de Saffré et le bassin houiller de Languin. Landes et forêts sur les schistes ; bois de pins sur les grès perméables du nord de la feuille ; prairies, chanvre, roseaux, sur les alluvions de la Loire ; céréales, seigle, avoine, sarrasin, sur les gneiss et micaschistes.

Auteurs consultés : MM. Baret, Bouquet de la Grye, E. et L. Bureau, Davy, Kerviler, Lacroix, de la Noe, Vasseur.

Séance du 15 Novembre 1896.

Sont élus membres de la Société :

MM. **Munier-Chalmas,** Professeur de Géologie à la Sorbonne.

Jean de Windt, Préparateur au laboratoire de Géologie de l'Université de Gand.

Adrien Dolfuss, Directeur de la Feuille des Jeunes Naturalistes.

Dubrunfaut, Chimiste à Roubaix.

Portier, Directenr général de la Compagnie des Mines de Crespin.

M. Queva lit au nom de M. Bertrand la note suivante :

Nouvelles remarques
Sur le **Kerosene shale de la Nouvelle Galles du Sud**
par **C. Eg. Bertrand**

1. Le Kerosene shale s'est formé de la même manière dans ses divers gisements (1). L'agent spécial de sa formation est partout un algue bullaire et flottante de l'Ordre des Volocinéennes le Reinschia australis.

2. Le boghead australien est un exemple de couche charbonneuse produite par l'accumulation d'une seule espèce d'algues. Il n'y a mélange d'espèces que dans la

(1). Les échantillons de Kerosene shale que j'ai étudiés proviennent des localités suivantes : Doughboy Hollow au Nord, Blackheath, Capertree, Megalong, Hartley, Mount-Victoria dans la région de l'Ouest, Collines de Tonalli au Sud-Ouest, Joadja Creek, près Mittagong dans le Sud.

seule localité de Doughboy Hollow ou une autre algue gélatineuse et flottante, le Pila australis s'ajoute au Reinschia dans la faible proportion de 9 pour cent. Cette particularité du Kerosene shale de Doughboy Hollow établit la contemporanéité des genres Pila et Reinschia dans une même localité à l'époque houillère.

3. Je n'ai pas encore rencontré le genre Reinschia en dehors du boghead de la Nouvelle Galles.

4. Se développant à la manière de nos fleurs d'eau, le Reinschia a apporté dans un temps très court une quantité de substance gélosique suffisante pour prédominer sur toutes les autres matières du dépôt charbonneux et lui donner son caractère spécial.

5. L'intensité de l'intervention gélosique du Reinschia dépend bien plus de leur état de développement que de leur nombre.

6. Les thalles des Reinschia sont descendus de la surface de l'eau où ils vivaient sur le fond englobés dans une gelée brune chargée de corps coccoïdes, comme les menus débris végétaux humifiés, comme les spores et le pollen. Au moment de la formation des grandes couches de boghead, il y a eu descente en masse et par nappes de la matière végétale flottante.

7. L'aspect plus ou moins satiné du Kerosene shale dépend de la proportion de gelose qu'il contient. Celle-ci est transformée en un corps jaune transparent dont la cassure vitreuse et luisante contraste avec le charbon mat produit par la substance humique fondamentale.

8. La transformation de la gélose des Reinschia en carbure d'hydrogène ne paraît pas être le résultat d'un travail bactérien, car elle s'est faite sans altérer la configuration de ces organismes. Les seules traces que j'ai pu

rapporter à l'activité bactérienne sont des cannelures creusées dans la gélose des thalles du vivant de la plante.

9. Ce que l'on appelle mur du boghead dans le gisement d'Hartley n'est qu'une partie de la couche charbonneuse moins riche en matière gélosique, 0,430 à 0,538 au lieu de 0,846 à 0,911.

10. A Hartley, le toit du boghead est de même la continuation directe de cette formation, mais la gélose des Reinschia qui forme encore les 0,430 de la masse du dépôt au sommet du boghead, n'intervient plus que pour *0,015* dans le schiste du toit. Par suite de cette grande réduction de la substance gélosique, les autres matières du dépôt, gelée fondamentale, spores, pollen, menus débris humifiés ainsi que le bitume et les matières minérales prennent une importance prépondérante ; le résultat est un schiste sporopollinifère au lieu d'un charbon d'algues. Une seule cause pourtant a été modifiée dans les conditions de la formation, le moindre développement des Reinschia. Ceux-ci sont *16 fois* moins nombreux ; ils sont en outre très jeunes et par suite très petits. A 30 centimètres au-dessus du boghead, dans le *casing* l'intervention gélosique des Reinschia est devenue *un million de fois* plus faible qu'au moment du boghead.

11. Les spores et pollen ajoutés au Kerosene shale proviennent d'un petit nombre d'espèces de plantes ce qui indique une grande uniformité de la végétation voisine. Ces pluies de soufre se sont prolongées pendant toute la durée de la formation charbonneuse. Enfouies après macération, mais sans humification préalable, ces poussières végétales ont donné des lamelles jaunes. Malgré leur nombre, leur intervention est toujours faible. Dans le toit du boghead de Hartley où il y a 1152 spores et 1920 grains de pollen par millimètre cube, les spores forment les 0,004 de la masse et le pollen les 0,0012.

12. Les menus débris végétaux déjà humifiés lors de la formation du dépôt sont assez abondants dans le boghead australien. Selon leur degré d'altération ils ont donné divers corps bruns. Les plus altérés sont passés à l'état de fusains. Les moins altérés sont devenus capables de s'imbiber de bitume et se sont transformés en charbon brillant craquelé. Un même tissu végétal peut montrer côte à cote ces deux transformations extrêmes. On peut avoir ainsi des lames de houille avec fusains au milieu du charbon d'algues.

13. Les matières bitumineuses du Kerosene shale sont *peu condensées*. Elles ont donné un charbon brillant, vitreux, craquelé irrégulièrement. Ajoutées tardivement, elles ont pénétré le dépôt à la manière d'une injection très fine qui a rempli le réseau des déchirures de la gelée fondamentale. De là les substances bitumineuses ont gagné les corps qu'elles pouvaient imbiber et ceux qu'elles ont teint par action élective.

14. Le retrait des thalles du Kerosene shale est assez fort. A Hartley les diamètres verticaux sont devenus de 0,33 à 0,27 de leur longueur primitive. Les diamètres horizontaux moins réduits sont devenus de 0,50 à 0,38. Les thalles représentent donc sous leur volume actuel de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{24}$ de leur volume primitif.

15. Il n'y a pas de Diatomées dans le Kerosene shale.

16. Il n'y avait pas de végétation fixée sur le fond des mares à Reinschia.

17. Les débris animaux n'interviennent pas d'une façon sensible dans le Kerosene shale.

M. Gosselet fait la communication suivante :

Carte géologique. — Feuille de **Lille**

par **J. Gosselet.**

Je présente à la Société la Carte géologique des environs de Lille (Feuille de Lille), faisant partie de la Carte géologique de la France à l'échelle du $\frac{1}{80.000}$.

J'ai fait ce travail avec la collaboration de M. Cayeux pour le terrain crétacé, et de M. Ladrière pour le canton de Cysoing.

La première édition de cette feuille avait été faite, en 1874, par M. Potier, membre de l'Institut. La géologie des environs de Lille était alors déjà bien connue, grâce aux travaux de Meugy, de Chelloneix, d'Ortlieb, de M. Dollfus, etc. Le soin consciencieux avec lequel M. Potier traçait ses limites ne pouvait pas être dépassé. Par conséquent, une révision de la carte eut pu sembler inutile, si une période de vingt ans n'apportait pas dans une science, comme la géologie, des courants différents dont une carte géologique doit porter la marque.

Cette nouvelle édition ne diffère donc pas beaucoup de la précédente sous le rapport scientifique, et cependant, au premier abord, elle paraît très différente. Cela tient à certaines circonstances sur lesquelles j'appelle l'attention de la Société.

Terrains quaternaires. — M. Potier avait distingué sur la carte, feuille de Lille, trois espèces de limon : limon de plateaux, p ; limon quaternaire, a^1 ; limon des vallées ou alluvions modernes, a^2.

Cette division avait un grand avantage orographique. Les collines du Ferain se dessinaient parfaitement par la

teinte claire du limon *p*; la plaine moyenne était marquée par le limon a^1, et la plaine basse de la Lys par le limon a^2.

Mais cette division ne pouvait plus être maintenue depuis que M. Ladrière nous a montré le même limon s'étendant des plateaux jusque dans les vallées.

Le signe *p* indiquant le pliocène dans la pensée du Directeur de la carte d'alors (1), on ne pouvait plus l'attribuer au limon des hauteurs. Quant au limon de la plaine basse de la Lys, nous le croyons, M. Ladrière et moi, d'âge quaternaire.

Dès lors, en dehors des alluvions plus ou moins tourbeuses des vallées, il n'y avait plus que du limon quaternaire; d'où une seule teinte à la place des trois couleurs employées par M. Potier.

On s'étonnera peut-être, que travaillant avec M. Ladrière je n'ai pas introduit dans les feuilles de Lille, de Cambrai et d'Amiens les divisions du limon qu'il a renconnues. Plusieurs raisons s'y sont opposées.

La première, c'est que l'échelle au $\frac{1}{80000}$ est trop petite. La distinction des limons compliquerait singulièrement la carte.

En second lieu c'est qu'elle aurait demandé un temps trop considérable ; enfin elle eut présenté des difficultés sérieuses au moins sur la feuille de Lille.

On sait que M. Ladrière n'est pas encore parvenu à reconnaître ses divisions dans le limon des Flandres. Nous avons fait plusieurs excursions ensemble. Nous sommes je crois tombés d'accord ; mais la concordance n'est pas encore assez claire pour que M. Ladrière ait cru devoir se prononcer. J'étais tenu à moins de prudence, puisqu'il fallait exprimer une opinion, sinon sur la carte, au moins dans la notice explicative qui l'accompagne. Je fais ces

(1) Elie de Beaumont. — Voir : Ann. Soc. Géol. Nord, VI, p. 377.

remarques afin de dégager la responsabilité de M. Ladrière, si plus tard je suis obligé de me déjuger.

La principale difficulté du problème vient de ce que le limon moyen paraît manquer dans la Flandre.

On a vu par la dernière communication de M. Ladrière, la modification qu'il subit au S. de Douai [1]. Il disparaît complètement ou presque complètement aux environs de Lille.

Partout, sur la feuille de Lille, au S. sur le plateau crayeux de Lesquin, au N. dans les nombreuses collines du Ferain, à l'E. dans la plaine basse de la Lys, on exploite pour faire des briques la partie supérieure du limon. Ses caractères ne sont pas mathématiquement les mêmes partout : il est plus argileux sur la craie, plus sableux sur un sol tertiaire ; mais on peut très bien assimiler toutes ces terres à briques.

La couche inférieure est beaucoup plus variable. Sur le plateau de Lesquin, c'est de l'ergeron typique, limon jaune clair, assez sableux, doux au toucher, rempli de granules de craie. Il présente encore ce caractère dans la ville de Lille. Mais dès qu'on a passé la Deûle, il se modifie. Aux environs de Roubaix, on a sous la terre à briques un limon argilo-sableux, panaché de jaune et de blanc, rempli de petites concrétions calcaires ou ferrugineuses, dont le nombre augmente à mesure que l'on descend.

Dans les briqueteries entre Roubaix et Lannoy, on saisit presque le passage latéral de l'ergeron au limon panaché.

Dans la plaine de la Lys, à Armentières, Quesnoy-sur-Deûle, Halluin, on trouve sous la terre à briques un limon très sableux, divisé en petits lits excessivement minces, ou passant même parfois à du sable pur (sable campinien de Meugy).

---

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord, XXIV, p. 54.

Je considère ces limons plus ou moins sableux comme correspondant à l'ergeron, Au-dessous, on rencontre un diluvium que M. Ladrière a parfaitement reconnu au Vert-Galant et qui est son diluvium supérieur.

Comme il a été dit plus haut, le limon moyen manque. Le limon inférieur est au contraire très développé sous forme de sable argileux excessivement fin, tantôt vert, tantôt blanc. Ce sable est si fin qu'il constitue une couche presqu'imperméable. Il a jusqu'à 10 mètres d'épaisseur. Il n'existe que dans les vallées et même il n'y affleure pas; sa présence n'est révélée que par les sondages.

Par conséquent, tout le limon visible sur la feuille de Lille appartient à l'assise supérieure.

Terrains tertiaires. — J'ai modifié très légèrement la carte en y introduisant du pliocène (diestien) pour quelques petits lambeaux démantelés sur place et facilement reconnaissables à la présence des galets et des sables ferrugineux. De même j'ai indiqué le panisélien des Belges dans quelques collines des environs d'Halluin. Mais ces modifications sont à peine visibles sur la carte.

Il n'en est pas de même de celle que j'ai fait subir à l'argile des Flandres. M. Potier, avait parfaitement admis la division qui venait d'être établie par M. Dollfus entre la partie inférieure de l'argile des Flandres sans fossiles et la partie supérieure remplie de *Nummulites planulata*. Mais il avait teinté l'une et l'autre de la même couleur rouge attribuée aux sables de Cuise du bassin de Paris. Je crois que si l'argile supérieure *(argile de Roubaix)* correspond bien aux sables de Cuise, l'argile inférieure *(argile d'Orchies)* est au niveau de l'argile plastique de Paris. Je lui ai donc donné la teinte bleu de Prusse de cette assise. Il en résulte une différence très grande dans l'aspect des deux éditions, bien qu'il n'y ait par de changement scientifique réel.

Terrain crétacé. — On sait que la nouvelle édition de la carte géologique range dans le turonien la craie à *Micraster breviporus*, que la première édition réunissait au sénonien. Ce changement nous a entraînés, M. Cayeux et moi, à placer dans le turonien le tun et la craie qui en dépendent.

Quant aux petites modifications de détail, elles n'ont pas d'importance. Du reste, dans un pays couvert de limon comme l'est le notre, où il n'y a vraiment pas d'affleurements dans le sens strict du mot, l'alternative de marquer du limon ou de marquer le sol sous-jacent est laissée à l'appréciation du géologue.

Ces indications doivent donc se modifier avec l'opérateur et pour le même opérateur avec sa disposition d'esprit.

Une innovation de la nouvelle feuille de Lille est l'indication des nombreux sondages profonds qui renseignent sur la composition des couches inférieures, et, par conséquent, sur les nappes aquifères. Le directeur du service de la Carte géologique a bien voulu accueillir ma proposition d'introduire ces données sur la carte.

On comprendra l'intérêt que cela présente dans une contrée industrielle où l'eau souterraine joue un role prépondérant. On trouvera indiqué 80 sondages On aurait pu en doubler le nombre ; mais l'échelle de la carte ne le permettait pas.

J'ai passé beaucoup de temps pour réunir ces données dans l'espoir qu'elles seraient utiles. Je dois ajouter que j'ai trouvé chez les sondeurs et chez les industriels une grande complaisance à me les fournir. Je leur adresse tous mesremerciements.

La notice explicative suivante accompagne la carte.

a⁷ Alluvions modernes. — Les vallées de la Lys, de la Deûle et de la Marque sont pleines d'alluvions récentes qui reposent soit sur le quaternaire, soit sur les terrains tertiaires et secondaires, le quaternaire ayant été enlevé. Ces alluvions sont tourbeuses dans les vallées de la Deûle et de la Lys, quand ces vallées sont au niveau de la nappe aquifère de la craie ; elles sont purement sableuses et argileuses dans les autres cas. On a pu constater dans la Deûle l'existence de deux crues, l'une du IVe siècle, l'autre du XIIe ou XIIIe, qui ont amené un dépôt de gravier et de cailloux roulés.

a¹ᵇ Limon quaternaire. — Ce limon s'étend sur toute la feuille. L'assise limoneuse moyenne de la feuille de Cambrai n'y est pas connue.

L'assise supérieure, qui couvre presque tout, présente : 1° une première couche générale de limon argileux brun rougeâtre (limon supérieur), employé pour la fabrication des briques ; 2° une seconde couche, variable avec la nature du sous-sol. Sur le plateau crayeux de Seclin, jusque dans la ville de Lille, elle est à l'état de limon jaune clair, doux au toucher (ergeron), avec petits débris de craie. Sur l'argile de la Flandre, cette couche se présente sous forme d'un limon argilo-sableux, jaune panaché de blanc, souvent rempli de concrétions calcaires ou ferrugineuses. A mesure que l'on descend, la quantité de sable augmente ; sur les bords des vallées de la Marque et de la Lys la base de l'assise est presque entièrement sableuse ; 3° un léger dépôt de cailloux où l'on rencontre beaucoup de débris de roches et de fossiles tertiaires. On y a trouvé : *Elephas primigenius, Hyæna spelæa,* etc.

L'assise inférieure n'est connue que dans les vallées où on l'atteint par les travaux de terrassements et de sondage.

C'est un sable argileux verdâtre ou blanchâtre rempli de Succinées. Son épaisseur peut atteindre 10 mètres. Il se termine inférieurement par un diluvium plus ou moins épais.

P. Pliocène. — Tout le nord de la feuille a été couvert par les sables et grès pliocènes à *Terebratula grandis* (Diestien des géologues belges). On n'en trouve plus que des débris au sommet des collines du Ferrain, sous forme de galets de silex en fragments de grès ferrugineux.

$e_{III\,a}$ **Sable argileux glauconifère** (Paniselien des géologues belges). — Il n'existe aussi qu'au sommet des petites collines du Ferrain, aux environs d'Halluin.

$e_{III\,b}$ **Argile de Roubaix.** — Argile quelquefois plastique, plus souvent sableuse et micacée, contenant quelques fossiles : *Nummulites planulata*, *Turritella edita*, *Xanthopsis bispinosa*. Les couches fossilifères sont quelquefois durcies par du calcaire (Tourcoing). Cette assise constitue toutes les collines du Ferrain ; elle se continue à l'Ouest sous le Nord de la plaine de la Lys. Épaisseur : 60 mètres.

e_{IV} **L'argile d'Orchies** se distingue difficilement de la précédente ; elle est moins sableuse et plus plastique. On y trouve des septaria de calcaire, de carbonate de fer et des cristaux de gypse. On l'exploite pour faire des tuiles. Elle constitue le léger escarpement qui sépare la Weppes de la plaine de la Lys, depuis Verlinghem jusqu'à Aubers. On peut estimer son épaisseur à 30 mètres.

$e_{V\,a}$ **Sables d'Ostricourt.** — Sables fins verdâtres. Leur teinte verte et la finesse du grain augmentent à mesure que l'on s'enfonce. Les couches supérieures, exploitées à Ennetières-en-Weppes et à Englos, sont plutôt grises que vertes. On n'y a encore trouvé aucun fossile.

e_{vb} **Tuffeau** à *Cyprina Morrisii*. La partie inférieure fine et verte de l'assise précédente passe à un sable de même nature qui contient des grès tendres à ciment d'opale. Les Diatomées y sont nombreuses, par places. On y trouve *Cyprina Morrisii* et *Cyprina planata*.

e_{vc} **L'argile de Louvil**, plus ou moins sableuse, constitue la base du tuffeau, alterne avec lui ou même le remplace complètement (Flandre). Quand elle repose sur la craie à silex, elle contient des silex et se montre sous l'aspect de conglomérat à silex.

c^7 **Craie** à *Micraster cor testudinarium*. On peut y distinguer deux zones dont la supérieure se montre seule en affleurement :

1° Craie blanche avec ou sans silex, exploitée pour la fabrication de la chaux. Elle contient en abondance *Inoceramus involutus* et plusieurs autres espèces d'Inocérames, de nombreux Poissons, *Ammonites tricarinatus*. Le *Micraster cor testudinarium* y est très commun jusqu'à la partie supérieure ; le *Micraster cor anguinum* y est excessivement rare et n'apparaît que dans les couches les plus élevées ; (10 à 20 mètres)

2° Craie grise, anciennement exploitée comme pierre de taille (Lezennes) (3 mètres).

c^6 **Craie turonienne**. — Elle se divise en quatre zones ·

1° Craie sableuse avec phosphate de chaux (2 mètres environ). Cette craie, sableuse et glauconifère se termine supérieurement par un banc de nodules de phosphate de chaux (*tun*) que l'on a tenté inutilement d'exploiter. Sa faune est intermédiaire entre celle de la craie à *M. breviporus* et celle de la craie à *M. cor testudinarium*. Elle affleurait anciennement à Bouvines ; on ne la voit plus qu'au fond des carrières souterraines ;

2° Craie à silex cornus (4 mètres environ) ; elle contient *M. breviporus* de petite taille. On ne l'observe que très rarement. Sa partie supérieure présente deux bancs de craie dure (deuxième et troisième banc de tun) ;

3° Marne à *Terebratulina gracilis* et à *Inoceramus Brongniarti*. Couches alternatives de marne argileuse d'un blanc verdâtre et de craie marneuse compacte. On l'exploite pour la fabrication de la chaux hydraulique à Cysoing et, sous le nom de *marlette*, pour la fabrication des agglomérés de ménage (10 mètres) ;

4° Marne argileuse bleue (*dièves*) ; elle n'est connue que dans les puits. Sous les dièves on rencontre une craie glauconieuse avec cailloux (*tourtia*) qui paraît appartenir à l'assise à *Belemnites plenus* ; puis quelquefois de l'argile pyriteuse d'âge indéterminé.

Presque tout le soubassement primaire de la feuille de Lille appartient au calcaire carbonifère. Vers Halluin, on trouve le Dévonien de la bande septentrionale du bassin de Namur, et un peu au Nord, à Menin, la sonde a rencontré le Silurien avec Graptolites.

Le prolongement du calcaire de Tournai s'avance vers Lille en formant l'axe souterrain d'un léger anticlinal crayeux qui sépare le bassin tertiaire de la Flandre du bassin d'Orchies.

Au Nord de Lille, une première nappe aquifère se trouve dans la couche argilo-sableuse du limon a^{1b} ; retenue par l'argile d'Orchies ou l'argile de Roubaix, elle alimente les puits domestiques ; elle imbibe la plaine de la Lys, de manière à y former une couche aquifère constante à 3 ou 4 mètres de profondeur.

Une seconde nappe, plus importante et mieux isolée, existe dans les sables verts e_{va}. C'est la nappe généralement exploitée par les puits de la région au Nord de Lille ; beaucoup d'industriels s'en contentent.

La troisième nappe se trouve dans la craie, soit dans la craie blanche au-dessus du tun qui forme la couche imperméable du fond ou dans la craie sableuse glauconifère entre les deux premiers tuns. C'est le niveau des puits de Lille, des sources de la vallée de la Deule (Emmerin, etc.), des forages d'Armentières, de la Madeleine et de bien d'autres.

La quatrième masse, peu distincte de la précédente, se trouve dans les alternances de marne dure et de marne argileuse de l'assise à *Terebratulina gracilis ;* c'est de là que sortent les sources de la vallée de la Marque ; elle se confond avec la nappe du tun par la disparition de cette dernière assise vers le Nord.

Le cinquième niveau est dans les calcaires carbonifères ou dévoniens ; il fournit des eaux pures, d'un faible degré hydrotymétrique, légèrement sodiques et quelquefois d'une extrême abondance ; mais son gisement est toujours incertain, parce qu'il tient à l'allure et au caractère physique du calcaire.

M. **Gosselet** présente :

1° Un schiste rouge et vert avec *Oldhamia* qu'il a trouvé avec M. Malaise dans une recherche d'ardoises sur le territoire d'Oignies (Belgique). L'*Oldhamia* n'existe que dans les minces lits verts qui alternent avec les lits rouges et non dans ces derniers.

A cette occasion, M. Barrois rappelle que M. Solas considère les *Oldhamia* comme non organiques, mais dus à des froissements de la roche.

2° De magnifiques échantillons de coraux du récif corallien de la craie d'Hem-Monacu. Les coraux sont transformés en silice de sorte qu'il suffit de plonger la roche dans de l'eau acidulée pour dissoudre la craie et isoler les coraux. Les échantillons pris à la surface du récif montrent un beau vernis brun de phosphate de chaux.

3° Des échantillons d'Étaves montrent la surface de la craie blanche inférieure à la craie phosphatée, durcie et perforée. Et de cette occasion, M. Gosselet expose ses observations sur le gîte de craie phosphatée d'Étaves.

Sondages aux environs de Lille

Forage chez M. Alfred Motte, rue du Moulin, à Roubaix

Altitude	Profondeur		Épaisseur
32		Terre végétale.	1
	1	Sable mouvant	7
+ 24	8	Glaise compacte	16
+ 8	24	Sable vert très dur	29
	53	Glaise avec silex.	15
— 36	68	Marne blanche avec silex. . .	11
	79	Dièves compactes	14
— 61	93	Calcaire, fissure à 94m00 . . .	80

Séance du 2 Décembre 1896

M. **Ad. Meyer** donne lecture du rapport de la Commission des Finances. Il donne le compte détaillé des dépenses et des recettes de l'année 1896. Il propose l'adoption de ce compte et le projet de Budget pour 1897. Il exprime tous les regrets de la Société de voir que M. **Crespel** se trouve dans l'impossibilité de continuer ses fonctions; il rend hommage à son long dévouement et lui renouvelle l'expression de la reconnaissance de la Société. Il remercie M. **Defresnes** d'avoir bien voulu remplacer M. Crespel pendant sa maladie.

La Société adopte la proposition de la Commission, elle s'associe par de chaleureux applaudissements à tous ces sentiments exprimés en son nom envers M. Crespel.

M. **Gosselet** présente la première Leçon de son cours de Minéralogie appliquée. Il présente aussi les cartes géologiques au $\frac{1}{20000}$ et au $\frac{1}{40000}$ qu'il vient de tracer des planchettes de Gedinne et de Willerzies pour la Carte géologique de la Belgique.

Introduction du Cours de Minéralogie appliquée

professé le 20 Novembre 1896

par **J. Gosselet**

Le 2 avril dernier, M. le Ministre de l'Instruction publique adressait aux Recteurs une circulaire où on lisait :

Pendant de longues années, et pour des raisons diverses qu'il serait inutile de rappeler ici, on n'a vu, dans la licence ès sciences, qu'un grade professionnel fait pour les futurs professeurs, et tout naturellement on l'a organisée en vue de cette fin unique et exclusive. Cette conception étroite est aujourd'hui élargie. Les Facultés des sciences ont une destination plus ample. Leur objet est l'enseignement théorique et pratique des sciences, de toutes les sciences, d'abord pour la science en elle-même, puis pour les multiples applications qui s'en font dans la civilisation contemporaine. Le professorat n'est qu'un des débouchés offerts à leurs élèves. Elles ne rempliraient que partiellement leur rôle si elles bornaient là leurs préoccupations et leur action. La société, où chaque jour la science devient plus agissante, attend d'elles d'autres services, et ces services, elles sont en état de les rendre. Chaque année, quinze à seize cents candidats sortis des classes scientifiques de l'enseignement secondaire se présentent à l'École polytechnique, à l'École normale et à l'École centrale ; quelques centaines seulement peuvent y entrer. Des autres, beaucoup viennent aux Facultés des sciences ; mais les examens qu'ils y subissent, ne peuvent leur ouvrir que le professorat, et ainsi s'accroît démesurément, hors de toute proportion avec les besoins des services, le nombre des candidats aux emplois de l'enseignement Et pendant ce temps nombre de nos industries scientifiques sont forcées de se recruter à l'étranger Un profit d'ordre social sera certainement réalisé le jour où les étudiants sauront que la Faculté des sciences ne les mène pas seulement, par une voie chaque jour plus étroite, aux fonctions de l'enseignement, mais qu'il dépend d'eux, par le choix de leurs études, de s'assurer d'autres carrières. Et ce sera aussi un profit d'ordre économique. On a remarqué déjà que beaucoup des grandes découvertes scientifiques qui ont révolutionné l'industrie étaient l'œuvre de savants français, mais que souvent les consé-

quences et les applications en avaient été faites à l'étranger. Il n'est pas inexact de penser que l'orientation donnée jusqu'en ces derniers temps à l'enseignement de nos Facultés des sciences y a été pour quelque chose. Après les grands inventeurs, il faut des metteurs en œuvre nombreux, instruits, inventifs eux aussi, apportant dans l'usine ou l'atelier la science des laboratoires. Ces agents-là, les laboratoires de nos Facultés des sciences, ne les ont pas jusqu'ici formés en assez grand nombre.

Les désirs du Gouvernement répondaient complètement aux aspirations de la Faculté des Sciences de Lille. Depuis plus de vingt ans nous avions un cours de Chimie industrielle. Il y a deux ans on a commencé un cours de Physique industrielle. Cette année nous y joignons un cours de Mécanique appliquée et un cours de Minéralogie appliquée.

Le titre de ce dernier cours a dû étonner beaucoup de monde. Si la minéralogie théorique est connue, il n'en est pas de même de la minéralogie appliquée. On a pu se demander quel pouvait être l'objet de l'enseignement et si le nom de minéralogie appliquée était bien choisi.

Le cours comprendra l'étude des matières minérales naturelles au point de vue de leurs caractères, de leur gisement, de leur emploi, et de leur rôle industriel et commercial.

Ainsi nous étudierons les minerais des divers métaux, les caractères qui permettent de les reconnaître, les conditions dans lesquelles on les trouve et les pays qui les fournissent. Je ne vous parlerai pas de leur exploitation, c'est l'objet d'une science spéciale dont la place est essentiellement marquée dans les Écoles, où se forment les ingénieurs.

Mais il est bon que les hommes qui s'occupent d'industrie ou de commerce puissent raisonner des conditions dans lesquelles on trouve l'or, l'argent et les autres

métaux précieux. A une époque où les métaux rares commencent à être employés, où l'éclairage réclame le zirconium, le thorium, l'yttrium, etc., il est utile de faire connaître les minéraux qui les fournissent. Sous ce rapport, le cours de minéralogie, que je commence aujourd'hui, est une répétition de celui que j'ai fait il y a deux ans.

A côté des minéraux à base métallique, il en est d'autres dont l'utilité industrielle est tout aussi considérable. Je vous citerai particulièrement les minéraux à base de chaux : sulfates, carbonates, phosphates. La chaux est utilisée dans une foule d'industries; ses qualités sont très différentes suivant le calcaire qui a servi à la fabriquer. Il importe donc de connaître les divers calcaires et les endroits où l'on peut se les procurer. La magnésie sert aussi dans plusieurs industries ; nous aurons à l'étudier au point de vue de ses propriétés et de son gisement.

La silice n'a pas un rôle moindre, à l'état de cristal de roche, de quarz blanc, et de sable. Tel sable convient à la verrerie, tel autre sert à polir les glaces, tel à mouler la fonte. Il faut indiquer le motif de leur spécialité et les conditions où on les trouve.

Les matières minérales utilisées en industrie, ne se bornent pas aux minéraux cristallisés et à composition chimique parfaitement définie. Il y a encore bien d'autres substances qui sont utilisées, et qui ont une complexité plus grande ; je vous citerai en première ligne la houille.

La houille est un composé très variable, produit par des débris végétaux qui se sont carbonisés dans l'intérieur du sol en perdant une certaine quantité d'eau, de carbure d'hydrogène et d'acide carbonique. La composition de la houille est variable : il y a des houilles sèches, anthraciteuses, qui sont du carbone presque pur et des houilles

qui contiennent encore une grande quantité de gaz carburés. L'emploi de ces diverses variétés est différent. Il est nécessaire pour l'industriel de les reconnaître et de savoir où on les trouve.

La science se pose bien d'autres questions au sujet de la houille. Elle discute son origine, son âge, les conditions dans lesquelles on la trouve. Ces problèmes sont du ressort de la géologie ; nous ne nous en occuperons pas ; nous resterons sur le terrain minéralogique ; mais s'ils vous intéressent, vous pouvez les trouver dans l'enseignement géologique de la Faculté.

A côté de la houille il faut placer les cires et les résines minérales, les pétroles, les naphtes et d'autres encore dont l'emploi se répand de plus en plus dans l'industrie.

Mais il est une substance bien plus importante encore pour l'industrie du Nord, dont l'influence est telle, qu'elle détermine la position des usines, c'est l'eau.

En chimie on vous apprendra à analyser les eaux naturelles, à déterminer les sels qu'elles contiennent, à les purifier.

Mais il resterait une lacune importante dans vos connaissances, si vous ignoriez comment on peut se procurer l'eau en allant la chercher dans le sein de la terre, dans quelles conditions on peut espérer la rencontrer et quelle sera sa composition approximative.

En entendant ce programme d'étude, vous vous êtes peut-être dit que ce n'était pas de la minéralogie et que le cours devrait porter un autre nom.

Constatons d'abord qu'il ne peut se rattacher qu'à la minéralogie ou à la géologie ; par conséquent je n'usurpe pas le domaine d'un de mes collègues.

D'autre part la minéralogie doit comprendre toutes les substances minérales trouvées dans la nature, qu'elles soient solides ou liquides, cristallisées ou amorphes. C'est

comme cela que les minéralogistes du siècle dernier comprenaient la science.

Pour Hauy la houille, l'argile, le pétrole, l'asphalte rentrent encore dans la minéralogie ; il leur consacre un chapitre de son traité de minéralogie comme au calcaire, au gypse, au feldspath ou au quarz.

Mais cet illustre savant qui avait découvert les relations de forme des cristaux d'une même espèce minérale, devait naturellement donner une attention beaucoup plus grande aux minéraux susceptibles de cristalliser et aux variétés cristallisées de ces minéraux.

Ses successeurs suivirent son exemple, mais firent une place de plus en plus prépondérante à la cristallographie. Actuellement, pour beaucoup de savants, la minéralogie est devenue presque synonyme de la cristallographie. La majeure partie d'un cours de minéralogie devrait selon eux être employée à l'étude de la structure cristalline et de ses propriétés physiques ; à peine quelques leçons pourraient-elles être consacrées aux principales espèces minérales. C'est une façon de comprendre la minéralogie en mathématicien et en physicien, mais non en naturaliste. L'enseignement ainsi entendu n'est pas toujours très profitable aux élèves, aussi la minéralogie est-elle dans plusieurs Facultés françaises considérée comme une quantité négligeable. Il n'en a jamais été de même à Lille, où l'étude des espèces minérales cristallisées a toujours fait l'objet de très nombreuses leçons, et où, je dois rendre cet hommage à mes anciens élèves, la minéralogie était aimée et travaillée.

Je n'aurai garde d'abandonner un enseignement que m'a donné des résultats si satisfaisants. Une des deux années de notre cycle d'études lui sera consacrée. Mais la minéralogie limitée aux cristaux naturels ne présente pas beaucoup d'applications.

Du moment que la Faculté voulait organiser un enseignement appliqué, il était nécessaire d'entretenir les élèves des matières premières que l'industrie puise dans le monde minéral et l'on ne pouvait rattacher cette étude qu'à la minéralogie ou à la géologie.

Or la géologie telle qu'elle s'enseigne pour la licence, sort des méthodes et des préoccupations de l'enseignement industriel. Elle a principalement pour but l'histoire de la terre. Elle doit expliquer l'origine des diverses couches qui la constituent, déterminer leur âge et établir la succession des êtres organisés qui y ont vécu. Pour cela la connaissance de la paléontologie lui est absolument nécessaire. La géologie entraîne donc avec elle une foule de connaissances, dont l'industriel n'a pas immédiatement besoin. Elle serait absolument nécessaire si le but de notre enseignement était d'apprendre à rechercher les matières utiles. La recherche des minerais, l'établissement d'une mine, ou même d'une carrière sont du ressort de la géologie. Mais tel n'est pas notre but. Nous n'aurons que quelques notions à demander à la géologie sur le gisement des minéraux et encore ce sera presque toujours à la géologie locale qui est très simple.

D'un autre côté la minéralogie, même la cristallographie, se relient intimement aux études chimiques et physiques, que doivent faire les industriels. Dès lors il n'y avait pas à hésiter et le cours sur les matières premières minérales devait être rattaché au cours de minéralogie.

Nous aurons peut-être à Lille un enseignement minéralogique spécial, différent de celui des autres Universités, mais je suis convaincu qu'il rendra service et qu'il sera un adjuvant important de l'enseignement des sciences appliquées que nous organisons.

M. Ch. Barrois fait la communication suivante :

Sur les

Phénomènes littoraux actuels du Morbihan

par **Charles Barrois**

(Planches IV et V)

SOMMAIRE

1. *Des sédiments qui se forment de nos jours sur les côtes du Morbihan, leur variété et leur repartition.* — Sédiments clastiques : galets, sables à gemmes, sables quarzeux, sables vaseux, vases argileuses — Sédiments organiques : marnes, crag calcaire, tourbes. — Sédiments chimiques : chlorure de sodium, sulfate de chaux — Sédiments éoliens : sables des dunes.

2. *De la topographie des dépôts littoraux du Morbihan et de ses causes.* Importance des sédiments clastiques pour la topographie. — Description de la topographie sous-marine du Morbraz. — Complexité du delta confluent de Loire-et-Vilaine. — Contribution de la Loire à l'envasement du Morbraz. — Contribution de la Vilaine à cet envasement. — Action inverse des rias dans les baies de Quiberon et de Bourgneuf et des chasses de leur embouchure. Application de ces données aux contours paléo-géographiques.

INTRODUCTION

Divers géographes ont déjà exprimé cette idée, que l'océan et le continent se disputaient encore la prédominance dans e Morbihan, sous le niveau des mers, tant la terre et l'eau leur paraissaient entrelacées parmi les îlots de cet archipel ; tour-à-tour en effet, et selon la marée, on voit s'agrandir ou décroître, s'allonger et se souder par des bancs de vase noirâtre et des épis caillouteux, ou s'entourer d'eaux courantes, les promontoires ou les baies, les îles ou les innombrables découpures de ces côtes.

Les sédiments qui se forment sous ces eaux vertes du Morbihan, dans ce décor toujours changeant, ont cependant été peu étudiés, relativement à leur mode de répartition et à ses causes. L'excellente *Lithologie du fond des mers* de Delesse [1] n'a pas épuisé le sujet. Des formations d'origine clastique entraînées par les vents, les pluies ou les courants, s'accumulent dans les dépressions de ces côtes, en même temps qu'y cristallisent des précipités chimiques ; et la nature organique, toujours active, y prépare de son coté, des dépôts calcaires ou tourbeux, résultat de l'accumulation de débris animaux ou végétaux. Il semble que cet espace restreint montre ainsi réunis tous les sédiments les plus divers par leur origine et leur composition chimique, et qu'ainsi il soit merveilleusement disposé pour révéler au naturaliste, comment se formaient aux époques géologiques des faciès synchroniques, différents par leur composition et par leur faune.

Nous ne nous bornerons pas toutefois dans cette note. à l'étude des sédiments du Morbihan proprement-dit ; nous devrons sortir de ce *Mor-bihan* ou *petite-mer*, ainsi nommée par comparaison avec le *Mor-braz* ou *grande-mer*, par es habitants de l'Armorique, pour rechercher les relations de ces sédiments avec ceux du *Morbraz* lui-même. Cette mer, externe par rapport au Morbihan, et comme elle, en voie d'envasement, n'en diffère guère que par ses dimensions plus considérables, s'étendant de la baie de Quiberon à la baie de Bourgneuf : c'est de même une mer intérieure, encombrée d'îlots, mais ici la mer a pris le pas sur la terre, très réduite. Le Morbraz a peut-être été vu à l'état d'archipel, par les Celtes qui construisaient leurs demeures dans le Morbihan à l'état de lagune ? C'est la mer des Vénètes, combattus par César.

---

(1) Delesse : Lithologie du fond des mers, Paris, Lacroix 1871 p. 172.

Les caractères topographiques de cette mer et les particularités de sa sédimentation que nous ferons ressortir dans les pages suivantes, lui assurent une individualité suffisante pour qu'il soit permis de la distinguer ici par un nom propre, de l'Océan, avec lequel elle communique librement au large de Belle-Ile.

§ 1.

Des sédiments qui se forment de nos jours sur les cotes morbihannaises et de leur répartition

Galets : Des galets se forment en de nombreux points de ces côtes ; on y reconnaît les débris des roches qui constituent les falaises de la région, et notamment des plus dures, granite, pegmatite, gneiss, pyroxénite et quarz. Quelques cailloux étrangers s'y trouvent associés, repris dans d'anciennes plages soulevées, datant d'époques antérieures. La grosseur des galets est aussi variable que leur composition lithologique, elle change suivant les points où on les trouve : leur forme présente les modifications les plus étendues ; parfois ellipsoïdaux, ils sont plus souvent aplatis, ovalaires, allongés suivant l'une de leurs dimensions, et quelquefois même restent exactement polyédriques. Ils offrent leurs formes les plus globuleuses près de Berder, l'île Longue, la Calebasse, au voisinage des grands courants ; par contre, les éboulis fendillés du granite paraissent conserver indéfiniment leurs arêtes sur les plages d'Iluric et îlots voisins, où le courant est impuissant à les rouler. On trouve à la fois sur ces côtes, mais en des points divers, des galets roulés et des galets polyédriques à angles à peine émoussés, toutes ces formes étant cependant dûes à un même agent, qui est le courant de marée, aidé du jeu des lames. C'est à l'action de ces lames qui soulèvent et roulent le galet sur les

plages maritimes qu'il faut attribuer le poli de leurs surfaces ; on n'en trouve pas sur ces côtes de semblables à ces galets de la Loire, déjà cités par M. Partiot [1], qui remués seulement en temps de crue, sont polis en dessus et rugueux en dessous, parce qu'immobiles pendant les basses eaux, ils subissent alors sur une seule face seulement, le frottement du sable qui passe sur eux et qui les use.

On trouve des galets dans le Morbihan et le Morbraz partout où des courants atteignant la vitesse de 2 nœuds déplacent des fragments rocheux, pour les laisser tomber ensuite quand les circonstances topographiques le permettent. Ces circonstances sont réalisées quand le frottement du fond ou des rives amortit suffisamment la vitesse du courant, ce qui arrive habituellement à l'abri des caps, ou à l'entrée des anses, où se trouvent par suite les accumulations de galets.

On les observe encore au confluent de deux courants, comme dans l'angle compris entre les rivières de Vannes et d'Auray, où la rencontre de ces masses liquides détermine un remous, un ralentissement de vitesse, et une pluie locale de galets, jusqu'au point où leurs eaux confondues coulent parallèlement avec une vitesse accélérée.

Des levées de galets se forment enfin sous le vent de rochers isolés, servant d'appui (la Calebasse). En général, les levées de galets sont très localisées dans la région, et beaucoup plus clairsemées qu'en beaucoup d'autres littoraux bretons : elles n'y donnent naissance qu'à un petit nombre de flèches et de bancs, et le seul cordon littoral important est celui que recouvre la dune de Quiberon. Elles se montrent orientées dans toutes les directions de la boussole, sans relation avec les courants

(1) Partiot : Ann. des Ponts et Chaussées 1871, p. 248.

généraux du golfe, mais avec des remous propres à chaque anse, partout où la vitesse d'un courant est brusquement amortie.

La plupart des gros galets se trouvent dans la partie supérieure des talus ; l'impulsion de la vague est moindre dans le mouvement rétrograde que dans le mouvement d'ascension, comme l'avait fait remarquer déjà Durocher [1], dans son excellent mémoire sur les *phénomènes littoraux de la Bretagne*, et par suite les blocs et beaucoup de gros fragments qui ont été amenés par les flots et ont acquis une position d'équilibre, doivent rester en place, n'étant plus poussés par derrière.

Sables : Des sables de composition très variée forment des grèves en nombre de baies, et toute une zône de dépôts littoraux en mer ; ils sont plus ou moins mélangés d'argile suivant les circonstances, et se répartissent en sables grossiers, sables fins, sables vaseux. Ils proviennent de la désagrégation des roches granitiques ou gneissiques et de la trituration des galets ; leur composition minéralogique varie selon la nature des roches qui leur ont donné naissance, mais elle tend en raison de leur mélange, à prendre une composition moyenne uniforme.

On peut classer ces sables en 2 groupes principaux : celui des *sables quarzeux* et celui des *sables à gemmes*.

Sables quarzeux : Ces sables, débris des éléments les plus résistants des roches prédominantes de la région, gneiss et granites, sont essentiellement formés de grains de quarz de grosseur variable, avec abondantes paillettes de mica et argile résultant de la décomposition des feldspaths. Ils sont plus ou moins vaseux suivant les gisements, et permettent de reconnaître associés au quarz,

(1) Durocher : Bull. soc. géol. de France, 2e sér. T. VI. 1849, p. 197.

des grains de feldspath, de mica ; la muscovite est l'élément prédominant dans l'anse de Cornault, la biotite abonde dans la baie d'Abraham, parfois les petites esquilles de schiste sont en grand nombre au sud de la presqu'île de Rhuis (Cornault, etc.).

Ces sables ont été étudiés avec attention par Delesse [1] ; il indique à Saint-Nazaire en outre du quarz hyalin, des fragments anguleux de feldspath, de pétrosilex, de mica argenté et brun, de silex, de lydienne noire, du grenat, quelque grains de péridot fournis par les roches volcaniques d'Auvergne, et enfin environ 6 °/₀ de carbonate de chaux. Tous les sables quarzeux du Morbraz contiendraient de même du carbonate de chaux d'après les analyses de Delesse [2], mais en faibles proportions (1 à 5 °/₀) ; les sables fins, plus riches en carbonate de chaux, mériteraient plutôt le nom de vases. Le fait dominant est la dissémination du carbonate de chaux dans tous les sédiments fins de la côte bretonne ; on doit à Delesse cette observation intéressante que la proportion en est inégale dans les sables vaseux à droite et à gauche de l'embouchûre de la Loire, étant 5 fois plus grande sur le rivage de gauche, que sur celui de droite.

Sables à gemmes : Les sables à gemmes ont déjà attiré l'attention de Durocher [3], Delesse [4], et de MM. de Limur [5], Bréon [6], Thoulet [7] qui y ont reconnu en proportions variables les éléments suivants : fer oxydulé,

---

(1) Delesse : Lithologie du fond des mers 1871, p. 200.

(2) Delesse : Tableau p. 63.

(3) Durocher : Comptes Rendus Ac. Sc. 1851, p. 902.

(4) Delesse : Lithologie du fond des mers 1871, p. 201.

(5) De Limur : Catalogue raisonné des minéraux du Morbihan, Vannes 1884, p. 44.

(6) Bréon : Bull. soc. miner. France, T. 3. 1880, p. 46.

(7) Thoulet : Thèse inaugurale, Paris 1880, p. 14.

fer titané, grenat, staurotide, amphibole, glaucophane, sphène, pyroxène, andalousite, zircon, épidote, mica blanc, quarz, feldspath, cassitérite, saphir, or natif, platine.

On les trouve répandus en un assez grand nombre de points sur ces côtes ; les gisements les plus souvent cités sont les grèves de Penestin, sous les rochers des Demoiselles, la pointe des Poulains à Belle-Ile, les plages de Houat : ils y sont inégalement répartis, selon les saisons et l'état des courants, mais disposés en général sous forme d'un cordon littoral, dessinant sur les grèves de sables quarzeux blanchâtre et vers la limite des hautes mers un ruban coloré, tantôt rouge, vert ou bleu d'acier, variable comme les teintes des minéraux constituants, prédominants. Il occupe dans ces baies la position habituelle des cordons de galets, adossés au revers des caps, dans les points où les courants littoraux les plus rapides sont venus s'amortir : ils y dessinent des ondes concaves vers la mer, reproduisant les courbes des lames qui déferlent sur le rivage, ou s'alignent suivant des rigoles rayonnantes, descendant vers le large, entraînés par les ruisselets d'eau douce ou les remous de l'eau marine. Le mode de leur répartition soulève cependant un problème intéressant, car ils sont disséminés en nombre de grèves, loin de leur gisement initial.

Le gisement de ces gemmes ainsi entraînées et remaniées par les eaux actuelles, se trouve en place dans les roches anciennes de la région, comme nous avons pu le constater à la suite de Durocher. Cet excellent observateur les avait reconnus à l'embouchure de la Vilaine, près du passage de Tréhiguier, en lits ou plaquettes interstratifiés dans les amphibolites épidotifères et grenatifères qui y présentent un si beau développement. On les trouve également dans les mêmes conditions, en lentilles, dans les schistes cristallifères de l'île de Groix.

Leur dissémination actuelle sur les grèves de l'île de Groix et sur celles qui encadrent l'estuaire de la Vilaine paraît s'expliquer par le jeu normal des marées : il ne semble pas toutefois que les minéraux lourds arrachés aux falaises par les lames se déposent sur les grèves les plus proches. Déjà M. de Limur (1) avait fait remarquer à la suite d'intéressantes recherches expérimentales, que les minéraux lourds de la grève de Penestin ne descendaient point tous de la falaise voisine et que le flot en apportait du large après les grandes marées d'équinoxe. Il avait même cru devoir en conclure que les minéraux ainsi apportés étaient arrachés par les eaux de la mer à des affleurements rocheux sous-marins ?

Les observations récentes ont montré que loin d'être localisés aux plages de Penestin et de Groix, ces sables à gemmes se retrouvent en nombre de points, comme à la Pointe des Poulains à Belle-Ile, sur les grèves de Houat, de Hœdic, de Dumet, de l'Ile aux Chevaux, et d'une manière générale en tous les îlots à l'ouest de la Vilaine, bien que les schistes cristallifères à minéraux lourds n'existent en place, en aucun de ces points. On pourrait supposer il est vrai, que le gisement de ces lentilles cristallines dans les épaisses assises des schistes de Belle-Ile et de Dumet aient échappé à nos investigations, mais il n'en saurait être de même pour les îlots granulitiques de Houat, Hœdic, Ile aux Chevaux, où la granulite grenue, massive, dépourvue ou au moins très peu chargée d'enclaves micaschisteuses, ne contient aucun des minéraux des sables à gemmes. Il semble donc nécessaire d'admettre leur dissémination actuelle très récente sur les grèves de la baie de Quiberon et leur localisation dans cette baie, disposition qui permet

(1) DE LIMUR : Notice sur les gisements de l'étain en Bretagne ; Bull. soc. polymath. du Morbihan, 2e sem. 1878.

d'attribuer leur répartition à l'action des eaux qui descendent de la Vilaine avec le reflux.

La vitesse nécessaire pour le transport par les eaux de ces sables lourds, à grains de 1 à 2^{mm}, et de densité moyenne double de celle du quarz, serait moins de deux fois celle qui charrie les grains de quarz, d'après les expériences de M. Thoulet [1]. Par suite, un courant de 1 nœud suffirait pour transporter des grains de 0,0017 de diamètre, de densité = 4, même dans l'eau douce; or cette vitesse est dépassée par les eaux marines du Morbraz qui atteignent presque une vitesse double. Ces sables à gemmes circulent à la façon des galets ; ils représenteraient les premiers sédiments déposés lors du jusant de Vilaine, et leur dépôt serait limité au voisinage des points, îles et écueils, où la vitesse du courant serait d'abord amortie. Restés en mouvement et peut-être en suspension, à la traversée des passages profonds, ils sont tombés sur les écueils et les bancs sous-marins, partout où la force vive de l'eau en mouvement ne suffisait plus pour empêcher leur chûte.

Les sables quarzeux et les vases plus légères ne se sont déposés que plus tard, dans les profondeurs et les anses abritées, dans des eaux moins profondes et plus calmes, à mesure que l'on approchait du moment du flot. Ainsi le jeu normal des marées explique simplement, en dehors de toute considération hypothétique, la présence et la dissémination des sables à gemmes dans le N. du Morbraz ; on les suit depuis leur gisement originel à l'embouchure de la Vilaine, sur les bords de tous les écueils parsemés sur cette côte, jusqu'à une distance de 50 kil. au large : c'est donc jusqu'à cette distance de 50 k. que l'on peut distinguer les apports propres de cette rivière.

---

(1) Thoulet : Annal. des mines 1883, p. 19.

Nous noterons en terminant, que les falaises voisines de l'embouchure de la Vilaine, source présumée de toutes ces gemmes, sont précisément le point de la côte bretonne où l'abrasion marine exercée par le flux et le reflux atteint son maximum : c'est ce qu'attestent à la fois l'observation directe, ainsi que nos mesures, encore trop incomplètes pour être publiées, et la comparaison enfin de l'état actuel du terrain avec les plans déjà anciens du cadastre.

Sables des dunes : En outre des sables à gemmes et des sables quarzeux plus ou moins vaseux, déposés par les eaux sous l'action des rivières et de la marée, on distingue sur toutes ces côtes une formation importante de dunes. Le quarz en est l'élément essentiel ; mais elles se distinguent nettement de la plupart des autres dunes françaises, par l'abondance des débris coquilliers qu'on y rencontre, et qui déterminent une teneur élevée en carbonate de chaux, s'élevant de 10 à 30 °/₀ d'après les tableaux de Delesse [1].

Le courant d'air comme le courant d'eau roule les grains de sable sur le sol, ou tantôt les transporte suspendus dans sa masse. La direction dominante de ce courant descend du N. W., si l'on en juge par la déviation des arbres vers le S.-E., et par la direction de l'allongement des massifs sableux. Des observations directes faites d'ailleurs par M. Joly [2] ont montré que les vents du quadrant N.-W. à S.-W. soufflent en moyenne 200 jours par an, et les vents d'est (N.-E. à S.-E.) environ 100 jours.

Ces vents sont sensiblement dirigés suivant l'axe de la Loire ; les vents d'ouest tendent à relever le niveau de l'eau ; les vents d'est ont au contraire pour effet de les

---

(1) Delesse : Lithologie du fond des mers, 1871, p. 12.
(2) Joly : Port de Nantes, 1879, p. 251.

abaisser et les différences qu'ils produisent sur le niveau normal de la marée peut atteindre 0,50. Ainsi après un coup de vent d'ouest, on voit assècher sur les rives, à l'abri des marées suivantes, une tranche fraîche de matière solide de 0. à 0,50 de hauteur ; il en est encore de même après les grandes marées, et aussi lors des crues du fleuve. Ce sont ces sables de la Loire ou de la Vilaine, ainsi rejetés à sec par la mer sur le talus du rivage, qui chassés par le vent, vont s'entasser lorsqu'ils s'arrêtent, sous forme de dunes.

Ainsi le vent reprend à nouveau tout ce qui a échappé à la trituration par les flots, et il contribue pour sa part, à la prédominance des fins sédiments vaseux dans les fonds. Les courants de marée apportent les sédiments de la Vilaine et de la Loire jusqu'au nord de la baie de Quiberon ; les vents les reprennent à l'extrémité de cette baie pour les reporter jusqu'à l'embouchure de la Loire et sur tous les îlots de la baie.

Les dunes présentent en la région une distribution superficielle très étendue, sous forme de massifs littoraux généralement allongés dans une même direction dominante du N.-W. au S.-E., et répartis sur la côte continentale, aussi bien que sur les îlots du large (Houat, Hœdic) et même sur ceux de l'intérieur (Godec, Iluric). Les masses les plus importantes sont celles qui relient la presqu'île de Quiberon à la terre ferme, et encore celles des environs d'Escoublac, qui ensevelirent l'ancien bourg de ce nom, vers la fin du siècle dernier. De nos jours, l'emplacement de ce vieux bourg n'est plus indiqué que par la présence au milieu des plantations de pins, qui ont fixé la dune, de quelques arbres fruitiers, descendants probables de ceux qui périrent.

La forme de ces massifs sableux, allongés du N.-W. au S.-E, permet d'attribuer leur formation à l'action des

vents de N.-W. venus du large, chassant devant eux les sables asséchés. La dune dont la présence est la plus inattendue est celle de Donan au N.-W. de Belle-Ile, car de ce côté on descend de suite dans des fonds de plus de 20m, qui à part un mince cordon littoral de débris coquilliers échappent toujours à l'action du vent, et au large il n'est plus de terre où les vents puissent se charger. Aussi dépend-elle essentiellement d'apports coquilliers, comme le prouve la forte proportion de carbonate de chaux qu'on y rencontre, et qui atteint 70 %.

Tandis que les eaux déposent leurs sédiments sableux sous forme de grèves au S.-E. des îles et des caps (Hœdic, Houat, Quiberon), à l'abri des vents de N.-W. et de W., les grandes dunes se forment sous l'influence du vent de N.-W., au N.-W. des terres émergées, dès qu'ils se ralentissent en frottant sur un fond plus résistant.

Vases : Une vase gris-bleuâtre homogène, sableuse où tantôt argileuse, constitue le dépôt le plus répandu des côtes bretonnes, de Quiberon à la baie de Bourgneuf : elle ne se distingue que par une teneur en carbonate de chaux un peu plus forte, des vases que l'on drague dans la Loire, ou que l'on observe sur les îles et sur toutes les rives de ce fleuve. Dans ces dépôts littoraux, le carbonate de chaux est en proportions variables de 10 à 50 % et la roche passe ainsi insensiblement à de véritables marnes (1). Beaucoup d'échantillons, donnent d'après Delesse (2), lorsqu'ils sont attaqués par l'acide chlorhydrique, un dégagement plus où moins fort d'hydrogène sulfuré.

Ces vases présentent dans les grandes tranchées qui y ont été ouvertes, aux environs de Saint-Nazaire, une succession de petits lits horizontaux de sable, d'argile, de

(1) Delesse : Lithologie du fond des mers, p. 63.
(2) Delesse : id. p. 33.

débris végétaux épais de 0,003 et assez réguliers parfois pour avoir fourni les données du chronomètre préhistorique, proposé par M. Kerviler, dans ses études sur cette région. La composition des vases varie donc non seulement horizontalement, en divers points des côtes, mais aussi en un même point, suivant une direction verticale : on constate d'ailleurs à l'embouchure de la Loire que les vases sableuses sont plus fines sur les bancs qu'à leur pied.

Ces vases uniformément formées du résidu de la trituration et de la décomposition des roches feldspathiques de la région, diffèrent donc entre elles à la fois par la grosseur et par les proportions relatives des éléments constituants : elles sont en outre imprégnées dans la région littorale des divers sels qui se trouvaient en solution dans les eaux de la mer. Delesse (1) a déjà fait ressortir combien ces vases avaient de tendance à s'emparer des matières salines ou organiques, et a montré que plus elles étaient à grains fins, plus elles retenaient de matières solubles dans l'eau.

Leur répartition géographique est très étendue ; déposées uniformément lors de l'étale, ces matières fines sont entraînées lorsque l'action du jusant se fait sentir, et elles ne demeurent qu'en des points spéciaux, bancs, anses, fonds, où le jusant ne peut atteindre une vitesse appréciable. Par suite de ce mécanisme, la vase s'accumule dans les anses abritées en dehors des courants de jusant, ou dans des fonds faisant office de lacs, où la vitesse du courant descend bien en dessous de ½ nœud par heure.

Elles forment des roches assez différentes, suivant leur degré de finesse, ou leur mélange à des sables de grosseur variée, ou à des galets ; mais ces différences lithologiques nous ont offert un moindre intérêt que leurs différences

(1) l. c. page 8.

bathymétriques. Celles-ci en effet entraînent d'importantes conséquences sur la répartition de la faune. Deux faunes très distinctes établissent leur habitat sur ces vases, celle qui accompagne les bancs d'huîtres et celle qui habite les prairies de zostères.

Ces faunes exercent une action considérable sur les dépots, car elles déterminent la formation de deux sédiments vaseux de composition chimique absolument distincte : l'un *calcareux*, l'autre *tourbeux*.

Vases calcareuses : Les vases calcareuses passant aux marnes, doivent cette composition aux débris des coquilles qu'elles contiennent. Quand on considère combien les êtres organisés excellent à extraire du milieu où ils vivent des substances que la chimie parvient à peine à décéler qualitativement, on comprend l'importance du rôle géologique des mollusques et des foraminifères, qui fixent dans leurs tissus et par suite dans les points où leurs bancs s'accumulent, la plus grande partie de la chaux qui se trouve en dissolution, dans les eaux du Morbihan, si pauvres en calcaire.

Les vases du Morbraz et notamment celles de la baie de Bourgneuf, formées tranquillement, contiennent en abondance des coquilles calcaires de foraminifères *(Polystomella, Rotalia, Miliola)*, des entomostracés, des bryozoaires; ailleurs dominent les débris de mollusques (huîtres et moules) et on peut évaluer à 50.000 tonnes le poids de calcaire enlevé annuellement au Morbraz par le commerce des huîtres. Ces huîtres ne sont pas disséminées dans cette étendue, étant limitées aux fonds de sable vaseux ou rocheux, à l'abri de la vase et du galet, fonds qui ne découvrent qu'exceptionnellement lors des grandes marées. Leurs bancs, lorsqu'elles ne sont pas parquées s'allongent souvent suivant les courants. Grâce aux caractères de cette faune, un dépôt riche en carbonate de chaux se fait dans

le Morbraz, en nombre de points abrités, par les fonds de 5 à 70^{m} : sa répartition a été donnée par Delesse dans une planche (Pl. A) de sa *Lithologie du fond des mers*, véritable monographie de la répartition du carbonate de chaux dans les dépôts littoraux actuels.

Vases tourbeuses : Mais les huîtres ne prospèrent plus dans les fonds qui découvrent tous les jours, aux niveaux de 1 à 5^{m} ; c'est ici le domaine d'une faune nouvelle, celle qui sur les fonds vaseux se plaît parmi les prairies de zostères. C'est là que se développent les annélides, divers radiaires, et autres animaux qui ne s'assimilent guère de calcaire. Le sédiment y devient **vaso-tourbeux ;** la composition du sédiment est spéciale dans les fonds vaseux où croissent les zostères et où diminue rapidement la teneur en carbonate de chaux.

Ces plantes croissent en grand nombre dans le Morbihan, sur les fonds de vase, qui découvrent à chaque marée et jusque près le niveau des hautes mers. Il leur suffit pour vivre d'être recouverts à chaque marée par l'eau salée, pendant une couple d'heures, et bientôt elles y transforment en prairies la surface des bancs de vase. Un véritable tapis les recouvre alors, tapis protecteur, formé de feuilles de zostères, en lanières fasciculées, serrées, flexibles et résistantes, qui ont pour effet de fixer les particules boueuses les plus tenues et pour résultat d'amortir considérablement les courants de marée qui viennent les balayer. La marée s'y élève donc avec une vitesse très amoindrie, et les boues en suspension, les débris organiques légers, les bois flottés, viennent se concentrer à marée montante et se fixer dans ces régions tranquilles, en dehors des courants rapides. Loin d'arrêter la croissance du banc qu'elles ont fixé, les zostères favorisent à la fois son développement en fixant les parties existantes et en arrêtant entre leurs feuilles et leurs

rhizômes les particules entraînées par la pesanteur. Il s'établit de la sorte une véritable filtration, avec précipitation des troubles, quand une eau boueuse traverse la prairie de zostères, à feuilles longues de plusieurs mètres. La continuation de ce processus exhausse graduellement le sol, et la prairie de zostères s'élève ainsi graduellement relativement au niveau moyen de la mer. Tandis que primitivement, elle ne découvrait qu'au moment de la basse mer, où lors des grandes marées, elle émerge chaque jour plus longtemps, elle assèche à chaque marée, et de plus en plus, jusqu'à ce qu'enfin les plantes dépérissent, leurs feuilles n'atteignent plus la même longueur, elles se réduisent à quelques centimètres, les rhizômes deviennent plus clairsemés, plus rares. Le sable soulevé par les vents envahit bientôt ce sol exondé, humide, où le retiennent encore les dernières feuilles des zostères ; d'autres plantes terrestres croissent souvent alors, joncs et autres formes qui s'accomodent des eaux saumâtres et qui accélèrent la transformation des anciennes baies en marécage et en terres fermes. L'accumulation des détritus végétaux, conservés à l'abri de l'air, dans ces tourbières marines, finit par les élever au-dessus du niveau ordinaire des eaux, et de grands arbres dont on retrouve parfois les racines et les troncs ont pu pousser sur le sol, sans qu'il ait subi d'autre dénivellation.

Parfois des dunes ont pu se former sur les débris de la prairie de zostères. Si on creuse sous ces dunes, on trouve une vase noire, riche en matières organiques, où l'on reconnaît les débris des feuilles et des rhizomes des zostères qui lui ont donné naissance, mélangés à divers autres débris végétaux. Nombre des tourbières littorales de la région, nombre des forêts submergées de nos côtes, n'ont probablement pas une autre origine.

Derrière la dune, ou dans la tourbière, la mer reprend

parfois possession de son domaine, d'une façon plus ou moins intermittente, lors des grandes marées ou des tempêtes : le marais alors est rempli d'eau saumâtre. Parfois les eaux salées ainsi abandonnées à elles-mêmes lors des grandes marées, s'évaporent lentement, s'il n'y a pas envahissement par les eaux douces, sous l'action du soleil et surtout sous celle du vent, donnant naissance à des précipités salins, et il se forme au lieu de dépôts tourbeux des précipités chimiques.

Précipités chimiques : L'homme a souvent facilité ce travail au fond des anses bretonnes vaseuses, et à ainsi créé les marais salants, en élevant de petites digues qui retiennent l'eau de la mer et empêchent la pénétration des eaux douces. Les marais salants dans le Morbihan sont des bassins étendus, peu profonds, à fond argileux, qui fournissent au commerce des quantités considérables de sel (trentième partie en poids de l'eau de mer emmagasinée) ; mais ce sel n'est pas pur, il renferme de petites quantités de sulfate de soude, de chlorure de magnésium et de calcium, et des traces de bromure et d'iodure.

Les marais salants de cette côte bretonne fournissent annuellement de 100.000 à 200.000 tonnes de **chlorure de sodium** ; mais il s'y forme également d'autres substances cristallines d'un grand intérêt géologique, parmi lesquelles il convient de citer les efflorescences de divers sulfates, et surtout les cristaux de **gypse** qui se déposent au fond de certains marais salants de Batz.

Les cristaux ont été étudiés par M. Baret, (1) qui y a indiqué les faces g^1 (010) et m (110), les autres faces étant arrondies ; ils sont simples ou maclés, et agglomérés en groupes de plusieurs kilogs. Les cristaux isolés atteignent des dimensions de 3 à 4 cent. ; ils sont transparents ou

(1) Baret : Bull. soc. sci. nat. Ouest, 1894, vol. 4. p. 153.

translucides, incolores, grisâtres, jaunâtres ou rougeâtres et renferment fréquemment en inclusions du sable, de la vase ou de petits fragments de roches.

Ce minéral peut se former aux dépens des eaux de source qui sortent des schistes amphiboliques calcareux de la région, et apportent dans les marais du sulfate de chaux [1]. Mais M. l'abbé Hy [2] nous paraît avoir donné la véritable théorie de leur genèse. Il a reconnu dans les marais salants de Batz, où leur belle couleur rouge ou violette, avait depuis longtemps attiré l'attention des botanistes, la présence de nombreuses sulfo-bactéries des genres *Thiocapsa, Beggiatoa, Lamprocystis*, etc., et signalé le rôle physiologique de ces bactéries oxydantes. Elles ont pour effet d'après les recherches de M. Winogradsky [3], d'abord de mettre le soufre en liberté par oxydation de l'hydrogène sulfuré, dans ces marais où se décomposent des zostères, etc.; ensuite dans un second degré d'oxydation, elles transforment ce soufre en acide sulfurique, lequel est éliminé à l'état de sulfate, principalement de sulfate de chaux.

Sables Calcaires : Des dépôts calcaires se forment dans le Morbihan et le Morbraz, constituant aux diverses profondeurs des bancs limités, de caractères lithologiques variés, sable, crag, en outre des marnes déjà décrites, selon la nature des débris organiques accumulés. Les sondes indiquées sur les cartes marines révèlent l'irrégularité de la répartition des crags calcaires ; en divers points, on les drague pour les besoins de l'agriculture, et leur

---

(1) Senft : Zeits d. deuts. geol. Ges., Bd. XIV, 1862, p. 175.

(2) Hy : Mém. soc. nat. d'Agriculture, Sci. et Arts d'Angers, 1891, p. 13.

(3) Wynogradsky : Botanische Zeitung 1887 — Résumé dans la Revue générale de Botanique 1889. Vol. 1. p. 655.

quantité est assez grande pour assurer la vie de ceux qui se livrent à cette exploitation.

Les sables calcaires et les crags formés par l'accumulation de coquilles généralement brisées, de tests de crustacés et autres animaux marins et de débris d'algues calcaires, ne conservent pas une composition moyenne uniforme, étant plus ou moins mélangés à des détritus rocheux. La richesse de ces sables en carbonate de chaux déjà recherchée par Durocher est extrêmement variable d'un point à un autre du rivage; elle variait d'après lui de 20 à 70 %, et d'après Delesse de 68 à 85 %. Ils contiennent aussi une petite quantité de phosphate de chaux, un peu de chlorure de sodium, et d'autres sels solubles, chlorures et sulfates (¼ à 6 %) ; enfin M. Damour [1] a reconnu que les algues calcaires, Nullipores et Corallines, que l'on trouve dans ces sables renfermaient plus de 15 % de carbonate de magnésie. Certains sables calcaires sont donc dolomitiques.

Les caractères des sables, variés quant à leur composition et aux proportions relatives des débris organiques qui leur donnent naissance, indiquent à la fois que les habitants de ces eaux rencontraient en différents points des habitats diversement favorables, à leur développement et que leurs restes s'accumulent là où ils ont vécu sans qu'il y ait de remaniement important de l'ensemble. Une course à marée basse, sur les grèves, suffit à montrer à l'observateur cette variété des dépôts calcaires dans le Morbihan : dans les baies abritées prospèrent les bancs d'huitres : à l'ouest de Quiberon la faune littorale donnant des débris solides est caractérisée par la prédominance des lamellibranches *(Cardium, Venus, Tapes, Tellina*, etc.*)* ; à l'est de Quiberon dominent les coquilles de Gastéropodes *(Cerithium, Littorina, Nassa, Cypræa, Dentalium)* rappelant le faciès de nombreux gisements tertiaires.

---

(1) Damour : Comptes-rendus Acad. Sci. 17 Février 1851.

Les sédiments calcaires qui se forment simultanément sur les côtes du Morbihan sont donc variés ; leurs différences sont dûes à la répartition même des formes organiques qui rencontraient dans les divers points des conditions bathymétriques et climatériques inégalement favorables à leur développement. Les caractères organiques de ces dépôts littoraux, présentent cependant des traits généraux communs, car les espèces les plus abondantes se retrouvent en réalité sur presque tous les points.

§. 2.

DE LA TOPOGRAPHIE DES SÉDIMENTS DU MORBIHAN ET DE SES CAUSES.

Importance des sédiments clastiques : Extrême est la variété des sédiments actuels du Morbihan, puisque sous ses eaux nous voyons se former, en même temps, des dépôts distincts à la fois par leur composition, leur mode d'origine, leur épaisseur et leur faune.

Mais parmi ce grand nombre de formations contemporaines, chimiques, organiques ou clastiques, il en est dont l'importance est capitale, puisqu'elles règlent et assurent la nature des autres. Tel est le rôle considérable qui revient aux sédiments clastiques ; c'est d'eux, c'est de leur répartition toujours changeante, que dépend comme une résultante nécessaire le développement des diverses conditions physiques qui déterminent la production de toutes les autres formations, d'origine organique, chimique ou éolienne. Il semble par là, que les lois de la distribution de ces sédiments, si elle se peut dégager, doive suffire à expliquer la genèse et le mode de répartition des formations multiples qui se juxtaposent ou se superposent sur les côtes du Morbihan.

Les sédiments clastiques méritent à ce titre une étude détaillée. Ils changent dans les différentes portions de ces golfes, et même en chaque point déterminé, suivant la grandeur des fonds et suivant la forme de la côte, suivant l'heure de la journée et suivant la saison de l'année ; ils changent en raison de la vitesse et du parcours des courants en chacun des différents points ; ils changent en raison des seules modifications de profondeur amenées par leur lente accumulation.

Une même eau courante agitée par le vent et la marée transporte, il est vrai, les éléments de ce dépôt à leurs places respectives. Mais en chacun de ces points la nature et la quantité de l'apport est indéfiniment variable ; et ses transformations n'impliquent pas nécessairement des déplacements verticaux du sous-sol, puisqu'elles se produisent par l'accumulation suffisamment prolongée d'un même sédiment, ou par son enlèvement sous l'action de courants, soumis à l'influence des agents atmosphériques si variables. Ainsi la *barre des Charpentiers*, formée de sable accumulé en mer, devant l'embouchure de la Loire, à 10 kil. de la côte, s'élève alternativement pendant l'étiage d'été, et s'abaisse en hiver, lors des crues du fleuve.

Sur les rives du Morbihan, des galets se superposent à des sables, et des tourbes à des vases, selon les circonstances de temps ou de lieu, selon que des eaux dormantes succèdent à des eaux en mouvement, ou que celles-ci atteignant la vitesse des gaves pyrénéens, creusent au contraire des passes dans les alluvions accumulées. La vitesse du moteur est le facteur essentiel qu'il importe de considérer.

La vitesse d'un cours d'eau sur un rivage maritime et par suite sa puissance de transport, étant fonction de la pente de sa surface, elle dépend à la fois comme celle-ci,

de la marée, des courants et des vents, et avec eux tous, de la forme même des côtes continentales voisines. La forme des côtes exerce pour ces raisons une influence fondamentale sur la nature et la répartition des formations marines terrigènes.

Topographie des sédiments clastiques : L'observation directe des plages, d'accord avec les documents relevés sur les cartes marines montrent que parmi les sédiments clastiques, les uns, les plus grossiers, poudingues et graviers, sont limités aux rivages des îles, au voisinage des caps ; les sables prédominent dans les baies largement ouvertes de Rhuis et du Croisic, où ils s'accumulent en avant des terres par suite de l'action des brisants ; les sédiments vaseux ont une répartition plus étendue, et commune à la fois aux golfes (Morbihan, Pénerf), aux baies profondes (Quiberon, Bourgneuf), aux étangs littoraux engendrés derrière les levées littorales, aussi bien qu'à ceux de la Grande-Brière et de Grand-Lieu.

A l'embouchûre de la Loire, les sables ne forment guère les bancs sur une hauteur de plus de $0^{m}30$ au-dessus de l'étiage ; la partie supérieure des alluvions est composée de vase.

Les résultats des sondages nous apprennent la vaste répartition sous-marine des sables vaseux dans le Morbraz, et par suite leur influence dans l'établissement du relief de ces zônes littorales. La topographie actuelle des côtes morbihannaises, telle qu'elle est donnée sur les cartes marines publiées sous la direction de M. Bouquet de la Grye [1], nous apprend avec précision le mode de répartition des vases sableuses dans le Morbraz. Il convient

(1) Ces courbes ont été reproduites sur diverses cartes, notamment sur celle du Dépôt des Fortifications, que nous reproduisons dans ce Mémoire ; elles ont été reportées d'une façon moins exacte sur celle de l'État-Major.

donc de l'étudier quant à ses contours et à la forme de ses surfaces ; et la carte (Pl. IV), à laquelle nous renvoyons, en donnera une idée suffisante.

Les courbes de niveau des profondeurs océaniques, tracées sur cette carte (Pl. IV), longent régulièrement la côte méridionale de la Bretagne, du Finistère au Morbihan ; mais subitement, quand on double la presqu'île de Quiberon, ces lignes s'écartent brusquement : on est entré dans la baie de Quiberon, dans le Morbraz. La ligne — 10^{m} par exemple, est 3 ou 4 fois plus éloignée de terre que précédemment.

Ces lignes se maintiennent ensuite à distance, bien loin au sud de la presqu'île, jusqu'en Vendée, devant l'île d'Yeu. C'est que le Morbraz abrite des eaux plus calmes, où viennent s'accumuler les matières tenues en suspension, jusque là.

L'apparence est ainsi celle d'un banc sous-marin, qui surgirait en mer, entre la Bretagne et la Vendée, prolongeant au large par une plate-forme submergée les terres du Morbihan et de la Loire-Inférieure [1].

La stratigraphie cependant ne révèle pas de relèvement du fond rocheux ; la structure géologique du pays remarquablement uniforme suivant tout le plateau méridional de la Bretagne, est la même que dans le midi du Finistère. On n'y observe pas en la région, de redressement anticlinal des strates profondes et d'ailleurs la direction de ce ridement, pût-on le supposer, serait en désaccord aussi bien que sa forme, avec la direction des lignes tectoniques tracées sur la terre ferme.

Il y a de meilleures raisons pour attribuer au mode de dissémination des alluvions actuelles l'exhaussement de

---

(1) Cette apparence a été admise comme une réalité par Delesse (Lithologie du fond des mers p. 306), et il a même invoqué divers arguments en sa faveur.

ces fonds marins. C'est ce qu'établissent à la fois la tectonique de la région et la forme propre des fonds, aussi bien que d'autre part l'observation directe à marée basse, lors des plus grandes marées, et les résultats de tous les sondages notés sur les cartes marines.

Exposé de la topographie sous-marine : La topographie sous-marine de ces parages affecte en effet des formes caractéristiques. Il est aisé de s'en rendre compte en suivant successivement diverses courbes de niveau.

Ainsi le tracé de *la courbe* — 5^m montre que les sédiments tendent d'abord à combler les baies de la côte, où la vitesse de l'eau est ralentie par des frottements progressifs. Devant chaque anse de la côte, la courbe des fonds oppose bientôt un arc convexe (La Turballe, Escoublac, St-Brévin, Bourgneuf). Ces dépôts débutent à l'abri des caps, et c'est sur les promontoires de la terre ferme que s'enracinent les flèches qui envahissent les baies, par les fonds de — 5^m, ainsi que les ponts qui réunissent, par une zône de remblais, les îles voisines du continent (Pont de Fromantine au S.-E. de Noirmoutier, Chaussée-des-Bœufs réunissant l'île du Pilier et les Rochers-des-Bœufs à Noirmoutier). Enfin ce sont les alluvions de la Loire, qui au début de notre période historique produisirent l'envasement du Grand-Trait, en s'enracinant sur les îles de Batz et du Croisic.

Le tracé sur la carte de *la courbe des niveaux de* — 10^m montre un contour assez distinct du précédent : il n'offre plus de relations avec la figure des baies de la côte, et on observe que cette ligne, loin de dessiner une courbe parallèle à la précédente, décrit une série d'ondulations alternativement concaves et convexes, dont toutes les portions convexes sont tangentes à des îlots du large. Tel est le pont de l'Ile Dumet, dans l'estuaire de la Vilaine ; tels à l'embouchûre de la Loire, suivant cette même courbe — 10^m, les deux épis convexes formant le pont de la Banche et celui de la Lambarde.

Le frottement, sur les bancs de la Banche et de la Lambarde, des eaux descendant de la Loire avec le jusant, les ralentit suffisamment pour arrêter les matières en suspension, arrivées dans une position d'équilibre : ces matières tombent alors et construisent des ponts à l'abri des rochers de ces bancs. C'est ainsi, par contre-coup, que les eaux resserrées entre ces digues, déterminent des chenaux, de part et d'autre des obstacles qu'elles viennent d'élever et entre eux et la terre ferme, le *chenal du Nord* et le *chenal du Sud*, que suivent les vaisseaux qui entrent en Loire.

De même dans la baie de Bourgneuf, les Rochers de la Couronnée, et de Pierre-Moine ont déterminé la formation des flèches sous-marines qui constituent les bancs de Kerouars, du Centre et de la Chaîne, entre lesquels passent le chenal de la Pierre et le chenal du Centre. L'île d'Yeu a donné naissance au Pont d'Yeu, qui la rattache à la Pointe de Monts.

Le tracé de *la courbe* — 20^{m} sur la carte, fournit de même un contour curviligne, ondulé, sans relation de forme avec les précédents, et dont les convexités tournées au large s'appuient à leur tour sur des rochers, sur la chaîne des îles de Houat-Hœdic, ainsi reliée au continent, ou sur les débris des formations éocènes, respectés par le hasard des dénudations, le plateau du Four, le banc de Guérande, et celui des Bœufs. Nous aurons lieu plus loin de revenir sur cet alignement des témoins éocènes suivant une même courbe de niveau.

De nos jours, le contour de cette courbe — 20^{m} enclot à peu près le Morbraz, à part les chenaux de Loire et une étroite passe, le chenal de la Teignouse, où les eaux plus profondes conservent leur vitesse maxima vers le large. Cette courbe, convexe dans son ensemble, ne présente plus que deux concavités, correspondant respectivement

à la rade du Croisic et au chenal du Sud. Ainsi on assiste de proche en proche, à l'envasement du Morbraz, par des eaux vaseuses venues du continent ; c'est au jeu combiné du courant des rivières (Loire et Vilaine) et des courants de la mer, que sont dûs la répartition et le transport des sédiments qui l'envahissent et lentement le comblent. Car la vitesse des eaux courantes s'y amortit, tant en raison de leur rencontre, que par la nécessité où se trouve l'eau du fleuve de s'étaler sur une large surface.

Les études de M. Bouquet de la Grye (1) fournissent les détails les plus précis sur les mouvements des courants dans la partie maritime de la Loire, distinguant le *grand courant littoral* et *les courants de flot*. Daprès ses observations, le *grand courant littoral*, à l'embouchure de la Loire, se dirige du S. au N. en passant au large de l'île de Noirmoutier ; il s'infléchit ensuite à l'embouchure de la Loire vers les pointes de St-Gildas et de l'Eve, puis va, suivant la direction du Croisic à Quiberon, laver les rives de Belle-Ile.

Les *courants de flot* durent 7 h. 1/2, auprès de la pointe de Mindin, au S. de l'embouchure de la Loire, mais ils persistent deux heures de moins dans la grande rade de St-Nazaire, au N. de l'embouchure. Ils prédominent ainsi sur la rive sud, tandis que le jusant longe le côté nord. Sous son influence et celle du courant littoral, on voit les eaux jaunâtres de la Loire longer la côte au nord, se répandre le long du Morbihan et former une longue traînée qui va se perdre au N.-W. Les vents de W. et de N.-W. refoulent souvent l'hiver les eaux vers le sud, jusque dans la baie de Bourgneuf, où le calme relatif donne lieu à de nombreux atterrissements.

---

(1) Bouquet de la Grye : Recherches hydrog. sur le régime des côtes, 11e cahier, Loire Maritime, Paris 1882. — Dépôt des cartes et plans de la marine n° 652.

Il résulte de ces faits, comme l'a indiqué M. Partiot [1], que les vases de la Loire dont les premiers dépôts apparaissent à environ 10 kil. au-dessous de Nantes et qui commencent à former des bancs un peu en amont de Paimbœuf, se rassemblent en grande quantité dans la baie de Bourgneuf ; mais la plus grande partie est entraînée vers le N.-W. dans le Morbraz et dans l'Océan.

Ainsi le cours de la Loire explique la disposition des fonds du littoral, par la simple distribution de ses sédiments, suivant les règles de la pesanteur et les lois des courants ; aucune autre interprétation ne nous paraît rendre compte des faits observés, aussi simplement et aussi complètement.

Les sables vaseux charriés par la Loire se sont déposés à son embouchure sur les côtes, jusque vers la cote — 5^m ; les vases couvrent les fonds de — 10^m et — 20^m. La figure de ces courbes de niveau montre que les eaux boueuses du fleuve exécutent leurs diramations dans le Morbraz de 3 côtés, au N. dans la baie de Quiberon, au S. dans la mer d'Yeu, et à W. suivant un pont passant entre le chenal du Nord et le chenal du Sud, donnant naissance à une masse solide dont la convexité est sensible en mer jusqu'à la cote — 90^m ; elle cesse de se faire sentir à partir de la cote — 100^m, où les courbes sous-marines sont grossièrement parallèles à la résultante des découpures du rivage.

Ces conclusions ressortent simplement de la considération successive des diverses courbes de niveau. Ainsi, *la courbe — 30m* suivie sur la carte, réunit à la plate forme continentale les îles de Belle-Ile et d'Yeu : cette courbe ne présente plus que trois parties rentrantes concaves, correspondant à la Teignouse, au chenal du Nord et au chenal du Sud. *Les courbes suivantes, à partir de — 40m*, ne sont

(1) PARTIOT : Annales des Ponts-et-Chaussées, 1871, p. 281.

plus influencés par l'action des îles, elles passent sans se renfler, au large de Belle-Ile et d'Yeu : la seule déformation persistante, se trouve devant le banc de Guérande, dans le prolongement du thalweg de la Loire, sous forme d'un talus tournant sa convexité en mer. *A la cote — 50*^{m}, ce talus est dévié de sa position axiale, il est refoulé au N.-W. par l'influence croissante des courants littoraux qui contrebalancent l'action jusque-là prédominante de la Loire : le chenal du Sud a disparu, celui du Nord subsiste seul.

Les contours — 60^{m},*— 70*^{m},*— 80*^{m}, dessinent des courbes enveloppantes à rayon de plus en plus grand, et la ligne qui joint leurs centres se déplace d'un mouvement continu vers le N.-W., sous l'influence prédominante du courant littoral. *La ligne — 90*^{m}, est à peine ondulée, ses sinuosités rappellent pour la dernière fois, l'influence du cours de la Loire : légèrement convexe suivant le 47° de latitude, elle offre au N. une dernière concavité correspondant au chenal du Nord. *Le contour — 100*^{m} n'a plus de relations avec les facteurs littoraux successivement envisagés : les produits de l'érosion littorale ou fluviale, généralement vaseux, qui arrivent jusqu'à ces fonds, sont répartis par la seule action des courants marins, jusqu'à des fonds de 200^{m}, indépendamment des forces engendrées sur le continent voisin.

Complexité du delta confluent de Loire-et-Vilaine : Il semble nécessaire de conclure de la considération des courbes sous-marines de même niveau, que le relèvement des fonds du Morbraz suivant la cote bretonne, est en relation avec les apports de la Loire ; c'est un haut fond qui appartient au delta de ce fleuve. Mais ce delta sous-marin est complexe, par suite de sa coalescence avec celui de la Vilaine ; il présente en outre des contours digités, au lieu de la forme triangulaire classique, parce que la Loire, différente des fleuves qui se rendent direc-

tement à l'Océan, se jette dans une sorte de golfe, le Morbraz : ses apports pour ce motif, ne sont ni empilés sur place, ni balayés et emportés au large, mais diversement retenus et répartis à proximité, par les multiples influences locales. Ils se partagent ; et tandis qu'une partie des alluvions est entraînée au loin en mer, le reste demeure dans le Morbraz, s'arrêtant quand la vitesse se ralentit, au passage d'un haut fond, à la rencontre d'une masse d'eau courante en mouvement dans une autre direction, suivant la direction des vents et le moment des marées. La vitesse de ces courants de marée est en effet très variable; elle s'élève à St-Nazaire [1] jusqu'à 4 nœuds à l'heure, y devient nulle au moment de la marée montante, et tombe plus ou moins dans les divers points du Morbraz.

Par suite des points d'appui que les îlots et les hauts-fonds, si nombreux dans le Morbraz, fournissent aux vases et aux sables, l'atterrissement chemine dans cette mer, d'aval en amont, relativement à la Loire, formant des ponts qui finissent par rejoindre la terre ferme et diviser les eaux fluviales entre des chenaux multiples. Le résultat final de leur accumulation serait de combler le Morbraz, en y réservant des étangs saumâtres, et un chenal profond principal, le *chenal du Nord*, ouvert au midi du Four et de Belle-Ile. Ainsi la continuation des processus actuels de sédimentation, poursuivis pendant un temps suffisant, déplacerait l'embouchûre de la Loire de St-Nazaire à Belle-Ile, pour le plus grand avantage de la navigation en Loire.

Ces conclusions basées sur la figure du dépôt sont d'accord avec celles ou était arrivé M. Partiot [2] en partant des mesures directes, prises par les ingénieurs hydro-

---

(1) Kerviler : Description du Port de St-Nazaire, Paris 1883, p. 96.
(2) Partiot : Annales des Ponts et Chaussées, 1871, p. 290.

graphes : « Les chiffres de M. Bouquet de la Grye démontrent, écrivait-il, que les bancs s'étendent et s'exhaussent. Les bancs tendent à devenir des îles et la baie une partie du fleuve. Mais en même temps les chenaux gagnent en profondeur et le volume d'eau qu'ils contiennent au-dessous de l'étiage augmente. »

Part de la Loire dans l'envasement du Morbraz : La Loire est le principal instrument de l'apport des dépôts qui s'effectuent dans le Morbraz, fonction qu'elle doit à la masse de ses eaux (1), à l'étendue de son bassin drainant des contrées imperméables, à la forte pente de ses parties supérieures et a son régime torrentiel (2). Les nombreux travaux (3) publiés sur cette rivière, ses crues et ses alluvions, ont rendu classique la quantité considérable des matières qu'elle charrie : on a vu des dépôts de vase de 0m08 d'épaisseur, s'opérer sur les cales de Paimbœuf en une seule marée par temps calme, et on a calculé que le bassin de St-Nazaire se relèverait de 1m par an, si on ne draguait pas les vases. D'après les renseignements recueillis par M. Comoy (4), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, on sait qu'il tombe dans la Loire 2.300.000 mc. de sable annuellement, dont une partie se dépose sur les

---

(1) Débit de la Loire en étiage à St-Nazaire d'après M. Joly : vive-eau 125.000 mc. par seconde, morte eau 5600 mc. par seconde.

(2) Marchal : Sur la nature et l'origine des alluvions à l'embouchure des fleuves qui débouchent dans la Manche : Annal. des Ponts et Chaussées, 3e ser. T. 4. 1854. p. 205.

(3) Leferme : Mém. sur l'envasement et le dévasement du Port de St-Nazaire, Annal. des Ponts et Chaussées, 1869, T. XVIII. p. 15-50.

Kerviler : Description du Port de St-Nazaire, Paris 1883.

Bouquet de la Grye : Rapport sur le régime de la Loire maritime, Paris 1882. Dépôt des cartes et plans de la marine n° 652.

(4) Comoy : Renseignements sur les crues de la Loire et de ses affluents, Paris, Dunod 1861. 1866.

rives convexes, et le reste va à la mer. Entre Nantes et St-Nazaire, le fleuve dépose annuellement 659.300 mcb. de sable et de vase d'après les évaluations de M. Bouquet de la Grye ; au delà de St-Nazaire, dans la partie maritime du fleuve, les matières entraînées par le jusant se répartissent de diverses façons, tandis qu'une portion va se déposer sur le banc des Morées et dans le S. E. de l'estuaire, le reste suit le chenal, sans y demeurer, et arrive sur la barre. Là il se produit encore un arrêt (1) ; tandis qu'une dernière portion de ces sables franchit la barre et est portée, suivant les circonstances, dans le Morbraz par le courant de flot, soit au large par le grand courant littoral, soit parfois dans la baie de Bourgneuf par les vents dominants du N. W. et par les vagues.

La proportion des sables de Loire qui pénètrent dans la baie de Quiberon est relativement faible. M. Partiot (2) d'après l'examen des sables de la côte, la croit même nulle : les sables de Mindin au Pouliguen sont des sables de Loire, ceux du Croisic et du bourg de Batz ont une nature toute différente ; ils sont très blancs et beaucoup plus gros. Auprès du Pouliguen, il y a un point de séparation tranchée et les sables de Loire ne vont pas plus loin : ses vases seules pénètrent dans le Morbraz, avec le flot. Les sables du bassin de la Vilaine pénètrent seuls dans le Morbraz lors du jusant et ils y demeurent.

Entre les deux deltas de la Loire et de la Vilaine, et vers leur limite, se trouve la Baie du Trait, envasée par les alluvions de la Loire. La répartition des sédiments dans

---

(1) La barre extérieure du fleuve s'est élevée de 0m70 depuis 1864 d'après les mesures de M. Bouquet de la Grye ; elle s'est soulevée et beaucoup déplacée. Mais la passe, d'après M. Kerviler, conserverait une hauteur constante sur la barre, et s'approfondirait même lors des crues d'hiver.

(2) Partiot : Annales des Ponts et Chaussées, 1871, p. 286.

cette baie montre bien qu'elle était autrefois réunie à celle du Pouliguen, et que la presqu'île où se trouvent aujourd'hui Le Croisic, Batz et le Pouliguen, formait alors deux îles séparées par un bras de mer. D'ailleurs dans tous les documents anciens jusqu'au XVIe siècle, Le Croisic est toujours désigné comme situé dans l'île de Batz.

De nos jours, les courants de flot et de jusant, violents dans le goulet du Trait (4 nœuds), sont insensibles dans les passes de la Turballe ; il existe assez ordinairement dans la rade du Croisic un courant littoral dirigé vers le N. ou vers le N.-W. qui fait remonter vers le N., les sables enlevés aux dunes de Penbren (1). Il en est de même dans la baie du Pouliguen, où les sables cheminent de E. à W., des dunes d'Escoublac vers la plage du Pouliguen ; au fond de cette baie, les lames les ramènent vers la plage, où ils s'élèvent, s'assèchent, et où le vent du N.-W. les reprend pour les retransporter à nouveau sur les dunes d'Escoublac (2).

Contribution de la Vilaine à l'envasement : La Loire toutefois ne travaille pas seule à envaser le Morbraz, la Vilaine notamment collabore activement à ce résultat. En été, les marées de la Vilaine sont extrêmement vaseuses, et le lit de cette rivière dans les années sèches s'obstrue même entre Redon et l'embouchure de l'Ouest ; le lit se dévase naturellement par les crues de l'hiver suivant, les plus hautes crues excédant de 1m à Redon, les hautes mers de vive eau. L'érosion littorale des côtes est très importante dans l'estuaire de la Vilaine et l'on reconnaît les alluvions grossières qui en proviennent jusque sur les rives de Belle-Ile : le contour — 10m montre avec évidence l'importance du delta de la Vilaine et son indépendance

(1) BONAMY : Descript. des Ports de France, Paris, Le Croisic, p. 539.
(2) BONAMY : Id. Le Pouliguen, p. 619.

de celui de la Loire. Le Banc de la Recherche, au large de la Vilaine, montre encore par sa forme, allongée suivant le thalweg de cette rivière, l'influence de son courant dans le Morbraz. La Vilaine contribue donc plus que la Loire, dont les eaux ne peuvent entrer dans le Morbraz lors du jusant, à combler de ses sables et de ses vases cette mer intérieure ainsi que la baie de Quiberon. Mais ses eaux se mêlant à celles de la Loire, lorsqu'approche le moment de l'étale, on ne peut longtemps distinguer les sédiments vaseux qui proviennent de l'un ou l'autre de ces bassins, et il n'est plus possible de délimiter leurs deltas au-dessous de la courbe — 10^{m}.

Les sédiments sableux conservent plus nettement leurs caractères respectifs, et permettent ainsi de reconnaître que les sables du N. du Morbraz proviennent du bassin de la Vilaine et non de celui de la Loire. La baie de Quiberon doit être regardée comme un lac de décantation de la vallée de la Vilaine, dont les eaux sortent ensuite claires par les émissaires de la Teignouse et de Béniguet : c'est dans cette baie, que viennent aboutir toutes les alluvions lourdes de la Vilaine et de ses affluents stannifères (vallées de Bréman, Castillon, Pendelan, Gueheno, Serent, Lizio, St-Servant [1]) et des dragages méthodiques dans cette mer intérieure, à la recherche des amas stannifères descendus avec les eaux de la Vilaine, mériteraient d'être tentés.

Action inverse des affluents du Morbihan, et des chasses de son embouchûre : Tandis que les dépôts qui s'effectuent au centre du Morbraz se rattachent assez directement à l'érosion des bassins fluviaux de la Vilaine et de la Loire, il n'en est plus de même dans les baies de Quiberon et de Bourgneuf, aux deux extrémités de cette mer, où les rivières affluentes remplissent un rôle tout particulier.

---

(1) A. Caillaux : Tableau général des mines métalliques de France, p. 228 (cité par M. de Limur).

Dans ces rias en effet, les sédiments remontent vers l'amont, dans les fleuves au contraire ils descendent vers l'aval. Le mode de répartition des alluvions de ces rias est très spécial et mérite qu'on s'y arrête. Nous choisirons comme type de notre description le golfe du Morbihan, où viennent se jeter divers petits cours d'eau (Vannes, Auray, Noyalo, etc.) représentés sur notre Pl. V ; ce que nous en dirons s'appliquerait aussi bien aux rias voisines de Crach, de Penerf, ainsi qu'à celles qui se jettent dans la baie de Bourgneuf.

Quand on parcourt le Morbihan à marée basse, on est surpris de voir la quantité de vase qui affleure, emplissant toutes les anses et formant de véritables plaines semi-fluides, ou parfois consolidées et fixées par les zostères dans sa portion S. E. : la quantité de ces vases est telle, qu'elle rappelle celle des polders et les accumulations des grands fleuves qui charrient, le Rhin, la Meuse, l'Escaut, la Loire. Et pourtant on ne voit aboutir dans le golfe du Morbihan que des rivières sans importance, des ruisseaux. Les apports fluviaux sont nuls ou à peu près dans le Morbihan et les alluvions qui s'y accumulent ont une toute autre origine : ils doivent leur origine à l'action du courant de flot, et viennent de l'aval au lieu de descendre de l'amont.

Bien que les eaux des grands fleuves se débarassent dans le Morbraz, lors du calme de l'étale, des matières qu'elles entraînent et d'une partie de celles qu'elles tiennent en suspension, une notable partie de celles-ci entre cependant dans le Morbihan avec le flot. Les mesures de M. Leferme [1] en donnent la preuve positive : ses expériences ont montré que les proportions de matières solides en suspension dans les eaux de la Loire à son

(1) Leferme : Mémoire sur l'envasement et le dévasement du Port de St-Nazaire, Annal. des Ponts-et-Chaussées, 1869. T. XVIII. p. 15. 50.

embouchûre, lors du flot, atteignaient les 2/3 de celles qu'on y trouve lors du jusant. A ces vases, viennent se mêler les produits de la désagrégation des côtes, attaquées lors du flot, par l'action combinée du vent et des vagues. Les vents contribuent puissamment à déterminer le transport dans le sens du flot, vers l'amont, car les courants dûs à la transmission de la marée subissent aussi l'influence des vents et l'on sait que les vents d'aval du N.-W. au S.-W. sont les vents dominants.

Les sables et les vases, emportés en suspension, pénètrent avec les eaux du flot dans toutes les anses, baies et embouchûres du golfe ; mais le maximum de vitesse des eaux s'observant 2 h. avant et 2 h. après la pleine mer [1], ce n'est que vers le plein, et surtout entre le moment de la marée et celui du renversement du courant (soit pendant une heure à Port-Navalo), que s'effectue une sédimentation active, partout où les troubles perdent leur vitesse ou rencontrent une force qui contre-balance l'action du jusant. Ainsi le dépôt des sédiments légers se forme surtout dans le Morbihan, lors du plein, c'est-à-dire en amont, dans les points où le jusant rencontre des obstacles suffisants ; et le dépôt croit en quantité, proportionnellement aux difficultés qu'éprouve le jusant.

La nature a apporté des obstacles aussi puissants que nombreux au jusant qui descend du Morbihan ; il y a lieu en effet de considérer comme tels, la position des vents dominants qui le retiennent, la forme si déchiquetée des côtes, les découpures des rives, les abris fournis par d'innombrables îles, la longueur de ce golfe d'embouchûre, l'absence d'affluents importants, et enfin le retard du courant de jusant lui-même, qui ne commence dans le golfe que lorsqu'il a déjà acquis une force considérable sur

(1) BONAMY : Description des ports de France, 1879, p. 557.

la côte du large. Retenue par tant de causes de ralentissement, une portion des alluvions, voire même les plus légères, n'a pas le temps de sortir du Morbihan, dans l'intervalle d'une marée. Quant aux parties grossières, sables et galets, provenant de l'attaque des falaises, et que le courant entraîne en les roulant sur le fond, il leur est complètement impossible de sortir du Morbihan. On sait d'après les mesures de M. Comoy [1] sur les vitesses des sables dans la Loire que ces vitesses étant de $2^{m}24$ en été, et de 9^{m} en hiver, leur parcours peut être estimé à 2055^{m} pendant l'année entière ; mais le chemin parcouru par le sable dans le Morbihan ne saurait être aussi grand, en raison de la prépondérance du flot. Leur déplacement dans un sens, n'étant que la différence des déplacements dans les deux sens contraires, ils atteignent rapidement, après un certain nombre de déplacements de ce genre, aller et retour, une ténuité suffisante pour flotter, et sortent alors du Morbihan à l'état de vase, avec le jusant, ou vont s'échouer en amont avec le flot, au moment du plein.

Les eaux des rias de la côte morbihannaise, triturent donc sur place les sédiments grossiers et ne transportent que des vases légères, qui subissent un mouvement continuel de l'aval à l'amont et réciproquement : au moment du plein il se produit un calme et par suite un précipité, qui tantôt sera fixé par les prairies de zostères, ou ira contribuer à la formation des marais salants, si les vagues s'en emparent et le rejettent à la plage.

Le Morbihan ne peut former de delta à son embouchure dans le Morbraz, parce que les eaux en sortent presque claires. Les vases triturées les plus fines sont seules remportées en mer, et les eaux du jusant à leur sortie du Morbihan ne charrient plus de sable qui puisse tomber

(1) Comoy : Renseignements sur les crues de la Loire et de ses affluents, Paris, Dunod, 1861 et 1866.

dans la passe de Port-Navalo et donner lieu à la formation d'un delta.

La finesse des sédiments qui sortent du Morbihan, suspendus dans les eaux du jusant, leur permet de flotter plus longtemps ; ils se déposent à marée basse dans le Morbraz, lors de l'étale, mélangés aux matières vaseuses descendues des bassins de la Vilaine et parfois de la Loire, avec lesquelles elles se confondent entièrement. L'apport du Morbihan dans la formation de la barre à son embouchure est minime, comparé à celui que l'on doit attribuer aux eaux si chargées de la Vilaine ; c'est ce que suffirait à établir en dehors de toute autre considération, la dissémination générale des sables à gemmes de la Vilaine sur toutes les grèves de la baie de Quiberon.

Les embouchures du Morbihan et des autres rias morbihannaises, comparées à celles de la Loire et de la Vilaine, en diffèrent parce qu'au lieu de posséder un delta traversé par un ou plusieurs chenaux obstrués par une barre, elles ne montrent qu'un chenal avec barre sans delta. Cette différence est mise en relief sur les cartes (voir Pl. V) par la disposition des courbes de niveau, convexe en aval pour les fleuves à delta comme la Vilaine, et concave en aval pour les rias sans delta comme le Morbihan.

Les barres de ces rias ont en outre une disposition toute différente au N. et au S. de la presqu'île de Quiberon : au N. de cette presqu'île, les barres des rivières d'Etel, de Lorient, sont placées à l'embouchure même de ces rivières, à l'intersection de la ligne du rivage actuel ; au S. de Quiberon, les barres des rias de Crach, d'Auray, de Vannes, de Penerf, ne coïncident plus avec l'intersection du rivage, mais sont reportées plus ou moins loin en mer.

Ces rias prolongent ainsi leur lit en mer, suivant des vallées submergées dans le Morbraz, jusqu'à leur barre, située à plusieurs kilomètres en mer. La disposition est

analogue à celle que produirait une oscillation du sol abaissant sous les eaux marines, les vallées d'une région littorale, creusées à l'air libre. La planche V reproduit ici l'aspect des barres de deux de ces rias (Crach et Morbihan) d'après les cartes du Dépôt de la Marine. La ria de Crach, comme la ria de Penvins, montrent bien leur vallée sous-marine, quand on trace la courbe de niveau de — 5m ; le golfe du Morbihan, plus important, dévoile mieux le phénomène suivant la ligne — 10m, qui prolonge le thalweg jusqu'à 4 kil. de la côte et fait voir la barre du Morbihan au voisinage de l'île marine de Méaban.

L'analogie de ces chenaux avec des rivières creusées à l'air libre est toute superficielle ; car outre qu'on ne comprendrait pas que ces vallées ne fussent pas comblées comme celle de la Loire, par la sédimentation si active de nos jours dans le Morbraz, il arrive que ces sillons s'allongent au lieu de s'effacer, poussant leur barre de plus en plus loin en mer, à mesure que les alluvions s'ajoutent aux alluvions : ces rias travaillent sans cesse à creuser leur thalweg dans les boues marines qui s'accumulent dans le Morbraz.

On voit, de la sorte, que tandis que la Loire remblaie son embouchure en y construisant un delta, le Morbihan et les rias voisines déblaient sans cesse leur embouchure en draguant leur chenal dans les sédiments accumulés par la Loire et la Vilaine.

Cette différence de régime peut être attribuée à diverses causes; mais elle a cette résultante inverse, pour les troubles de ces estuaires, qu'ils se précipitent surtout lors de l'étale du flot dans le Morbihan, et lors de l'étale de jusant dans le Morbraz, fournissant ainsi un exemple de la lutte incessante qui se continue dans ces mers intérieures, entre les eaux salées et les eaux douces : les premières l'emportent dans le Morbihan où elles reportent les dépôts

en amont de l'embouchure, les secondes triomphent à leur tour dans la Loire, transportant les troubles en aval.

Lors du flot, en effet, la lame ne rejette pas vers l'amont, au delà du banc de Bilho [1], les sables que charrie la Loire dans son estuaire ; ces alluvions après avoir tourné autour du banc des Morées arrivent finalement à la mer, grace à l'action continue des courants et à l'excès du volume des eaux du jusant sur celles du flot. D'autre part, l'eau des grands fleuves d'eau douce du Morbraz, à leur embouchure dans la mer [2], s'étale à la surface en une couche mince, sous laquelle l'eau de mer en repos constitue une sorte de coussin protecteur pour les vases déposées au fond, et accumulées en forme de delta : elles sont donc peu dérangées par le jusant. Il n'en est plus de même pour le Morbihan et les rias voisines, où le dépôt s'effectue lors du flot et dans lesquelles la quantité d'eau douce que déversent les affluents est insignifiante relativement à la masse d'eau marine qui les inonde à la marée montante ; l'excès des eaux de jusant est insignifiant. Il y a tous les jours et à deux reprises, une crue d'eau salée qui monte et descend alternativement le Morbihan, passant à son embouchure avec une vitesse de 7 à 8 nœuds. Ces eaux marines agissent alors comme une écluse de chasse, qui balaie le chenal, le creusent dans les alluvions apportées par la Vilaine et déposées lors de l'étale, car ces alluvions ne peuvent demeurer que sur les bords de ce chenal, là où l'équilibre s'établit entre la force du courant et celle de la mer.

Le flot entre dans le golfe du Morbihan avec une rapi-

---

(1) Bouquet de la Grye : Rapport sur le régime de la Loire Maritime, Paris, 1882, p. 42.

(2) Les eaux de la rade de St-Nazaire contiennent 2/5 d'eau douce (densité 1,017) d'après M. Kerviler (Description des ports de France, 1879, p. 105).

dité moindre, mais le jusant dans les vives-eaux atteint près de l'île Longue et de Berder des vitesses de 9 nœuds à l'heure; vis-à-vis de Port-Navalo, à l'entrée du Morbihan, on trouve des vitesses de 7 à 8 nœuds au moment où les eaux en balaient l'entrée, remplissant l'office d'une écluse de chasse. Au delà les vitesses sont considérablement ralenties ; dans la baie de Quiberon, les courants de marées ne dépassent pas habituellement 1n2 à 1n7 et 2n5 dans le Passage de la Teignouse.

Ainsi le chenal du Morbihan est une passe où un courant de 7 à 8 nœuds, entretient la profondeur de 10m, empêchant tout dépôt et affouillant même les sédiments accumulés dans le Morbraz, lors de l'étale, que ce soient des sables charriés par la Vilaine lors du jusant, ou des vases de la Loire et de la Vilaine venues avec le flot.

De même, les rias de Crach, de St-Philibert, de Pénerf, creusent des passes moins profondes dans ces alluvions, et les entretiennent par la prédominance des courants de jusant sur ceux de flot, grâce aux chasses naturelles qui se produisent par suite de l'emmagasinement des eaux à l'amont dans les nombrenses anses de ces rivières.

On observe encore des faits analogues au S. du Morbraz, dans la baie de Bourgneuf, envasée depuis quinze siècles par les apports de la Loire (1). Ainsi l'étier du Dain, émissaire par lequel se dessèchent les vastes marais de Machecoul, présente en avant de son embouchure une plage vaseuse à pente très adoucie, à travers laquelle il doit s'ouvrir un chenal jusqu'à la laisse de basse-mer : ce chenal a 3 kil. de long.

---

(1) Joly : Description des ports de France, 1879. On doit à M. Dingler, auquel nous les empruntons ici, d'intéressantes observations sur les progrès historiques de cet envasement (Même publication, p. 409).

Le détroit de Fromantine complique le phénomène des marées dans la baie de Bourgneuf, en même temps qu'il explique l'accumulation des vases dans cette baie et la formation des marais et des polders de Machecoul et de Challans. En effet la faible largeur et le rétrécissement du goulet de Fromantine retardent considérablement le flot venu du large, du côté de l'ouest ; au contraire, du côté du nord, dans la baie de Bourgneuf, le flot portant les troubles de la Loire arrive librement et ses eaux tranquilles déposent les vases dont elles étaient chargées. Ce dépôt ne s'arrête que quand la mer a recouvert le passage du Goa, qui est la ligne de faîte du fond de la baie de Bourgneuf, alors le jusant s'établit dans le goulet et y dure 8 h., tandis que le flot n'avait duré que 4 heures [1].

De la baie de Bourgneuf à la baie de Quiberon, dans toute son étendue, le fond du Morbraz est donc envasé : les marées et les courants marins qui portent au large, ne le débarassent qu'en partie des troubles apportés par les crues de la Loire et de la Vilaine.

Une quantité considérable de ces alluvions y demeure, s'y transforme diversement sous l'action des agents mécaniques, organiques ou chimiques, et s'y répartit suivant les lois qui régissent le transport des matériaux, amortissant les grains de grosseur variée suivant la vitesse de l'eau aux différents points, selon les frottements subis et les obstacles rencontrés. Ils y forment des *deltas* de forme caractéristique, en lentilles convexes, enchevêtrées, à l'*embouchûre des fleuves* d'eau douce chargés, d'alluvions continentales, et des *sillons* sous-marins à l'*entrée des rias* d'eau salée, où prédomine l'action des marées.

Application de ces données aux contours paléo-géographiques : Il ressort de ces observations, que l'examen des courbes

(1) DINGLER : Ports de Vendée, p. 413.

de niveau sur une carte marine, ne saurait donner des indications suffisantes au géographe qui voudrait reconstituer une ancienne ligne de rivage submergé. Ces indications loin d'être suffisantes sont souvent faussées, et se trouvent même assez inexactes dans le présent cas, puisqu'au lieu de tracer des vallées noyées devant les rias, et des vallées émergées devant les fleuves, comme l'exigeraient les courbes d'égal niveau des cartes marines, il devrait presque faire le contraire dans le Morbraz, pour reconstituer le contour correspondant à un relèvement de 10^{m} du niveau de base.

On constate en effet que les vallées sous-marines des rias du Morbihan n'étant que des passes, ouvertes dans un barrage par des eaux de jusant emmagasinées, ne pourraient exister lors d'un relèvement de 10^{m}, dont le premier résultat serait d'assécher le golfe, et de le remplacer par une petite rivière d'eau douce. De son côté, la Loire, au lieu d'exhausser le Trait et d'élever ses ponts sous marins, comme de nos jours, approfondirait son thalweg en mer, suivant l'alignement des affleurements éocènes, qui sous forme d'écueils, jalonnent un de ses anciens lits.

Les contours de la côte du Morbihan, dans l'hypothèse d'un relèvement de 10^{m} du niveau de base, différeraient donc davantage des figures fournies par la côte — 10^{m} qu'on eut pu le supposer. Or ce relèvement n'est pas purement imaginaire, et les contours correspondants se sont trouvés réalisés lors de la période néolithique (1). M. Kerviler (2) a montré que le fond de la baie de Penhouet se trouvait à 2^{m} au-dessous du niveau actuel lors de l'invasion romaine, à 4^{m} au-dessous de ce niveau au VIIe

(1) G. DE LA NOE : Note sur la Géogr. ancienne de l'embouchure de la Loire, Bull. Géogr. hist. 1889, n° 1.

(2) KERVILER : Armorique et Bretagne, Paris, Champion, T. I, 1893.

av. J.-C. et à 27m au début de la période géologique actuelle. Le fond de la Loire, à Nantes était alors à 25m au dessous du niveau actuel d'après M. Joly (1) ; le fond de l'étier du Dain, dans la baie de Bourgneuf à 20m d'après M. Dingler, (2) le fond du Brivet à 11m à Pont-Château, à 18m à Besné d'après nos observations. De même dans le Morbihan, M. de Closmadeuc (3) a reconnu que l'ancien niveau de base était au minimum à 7m sous le niveau actuel. Mais ces faits n'appartiennent plus au domaine des phénomènes actuels qui font l'objet de cette note, et nous remettrons à un prochain essai, la coordination des oscillations du sol de ces rivages.

CONCLUSIONS

Les mers intérieures du Morbihan et du Morbraz, envahies par des dépôts variés, fournissent un exemple remarquable de la formation contemporaine de sédiments divers, distincts à la fois par leur composition lithologique, leur faune et leur genèse. Considérés à ce dernier point de vue, ces dépôts se classent de la façon suivante :

Sédiments clastiques :	1. Galets. 2. Sables à gemmes. 3. Sables quarzeux. 4. Sables vaseux. 5. Vases argileuses (argiles).
Sédiments organiques :	6. Vases calcareuses (marnes). 7. Sable coquillier (crag calcaire). 8. Vases tourbeuses (tourbes à zostères).
Sédiments chimiques :	9. Dépôts de chlorure de sodium. 10. Dépôts de gypse.
Sédiments éoliens :	11. Sables des Dunes.

Inégalement répartis dans des conditions spéciales, ou

(1) Joly : Descript. des Ports de France, 1879. Port de Nantes, p. 282.

(2) Dingler : Description des Ports de France, 1879, p. 409. Ports de Vendée.

(3) de Closmadeuc : Le Cromlech d'Er-Lanic, Bull. Soc. polymathique du Morbihan, Vannes, 1882.

à des profondeurs inégales, ces divers sédiments se forment sous nos yeux dans ce bassin maritime, sans qu'aucun mouvement du sol n'intervienne pour déterminer leurs différences.

Les nappes qu'ils constituent affectent des formes lenticulaires et on observe des points où les bords de ces lentilles se recouvrent, donnant ainsi un exemple de superpositions stratigraphiques, analogues à celles que présentent les assises différentes qui se sont succédées dans les temps géologiques.

Les caractères stratigraphiques et lithologiques des accumulations littorales du Morbihan rappellent ceux de divers dépôts de nos bassins tertiaires ou houillers, dont les variétés et les modifications sont généralement attribuées à des ondulations du sol. Si le Morbihan venait à être exondé, et que la continuité de ses dépôts vint à être déformée par des érosions et des dénivellations, il semblerait rationnel d'expliquer leur variété par des mouvements contemporains du sol.

La géologie générale trouve ainsi un enseignement dans la recherche des conditions qui ont présidé à la répartition des alluvions bretonnes et ont déterminé leurs variations, puisque les causes actuelles qui continuent à agir sous nos yeux, suffisent à les expliquer simplement. Les instruments de ces conquêtes de la terre sur le domaine maritime sont les rias bretonnes dans le Morbihan, les fleuves de la Loire et de la Vilaine dans le Morbraz.

Nous avons vu en effet que l'envasement du Morbihan était dû, pour une grande part, au barrage produit vers son embouchure par les courants du Morbraz. De même le comblement de la baie de Quiberon, terminaison du Morbraz, est imputable au ralentissement des courants de marée, dont la diminution de vitesse retient dans cette baie les vases et les sables à gemmes, caractéristiques du

bassin de la Vilaine. Enfin l'envasement de l'estuaire même de la Loire, de Belle-Ile à l'île d'Yeu, est permis parce que la mer a un jeu de marées peu sensible, parce qu'aucun courant cotier assez régulier ne longe la côte, balayant les alluvions à mesure qu'ils descendent, et parce que la pente du fond ne s'accroît pas trop brusquement, mais est au contraire encombrée d'îlots qui servent d'appui aux sédiments. Ainsi la Loire ne fournit pas seulement ici un exemple d'un grand fleuve envahissant son estuaire à la faveur de ses alluvions ; mais elle s'est montrée de plus capable, grâce à une suite d'actions réflexes, d'envaser deux mers (Morbihan et Morbraz), en les remplissant de matériaux issus de bassins voisins, et elle a produit sur ces côtes une apparence générale que l'on aurait pu à priori attribuer à un exhaussement du sol terrestre.

Si en terminant, on veut prendre en considération l'immense étendue des bassins hydrographiques de la Loire et de la Vilaine, on reconnaîtra que l'envasement du Morbraz résultant de l'érosion par les rivières du quart de la superficie de la France, doit être rangé parmi les travaux les plus considérables qu'accomplissent de nos jours les agents atmosphériques dans notre pays. Et cette grande œuvre trouve sa conclusion en la mer littorale du Morbraz, dans la transformation contemporaine de ces alluvions clastiques en sédiments aussi variés par leurs caractères que par leur composition.

Séance du 17 Décembre 1896

M. **Delanghe,** étudiant à la Faculté des Sciences, est élu membre de la Société.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Le Cénomanien de la Normandie et du Sud de l'Angleterre

par **MM. A. J. Jukes-Browne** *et* **W. Hill**

Cet essai est le développement d'une étude communiquée à la Société Géologique de Londres et publiée dans son journal sous le titre « A Delimitation of the Cenomanian, being a comparison of the corresponding beds in the north-west of France and the south-west of England » (1), où nous nous étions proposés de comparer en détail les coupes des deux contrées, et de rechercher la limite inférieure du Cénomanien en Normandie.

Les assises qui font l'objet de ce mémoire sont connues en Angleterre sous les noms de *Gault*, d'*Upper Greensand*, de *Lower Chalk ;* en France elles correspondent aux étages *Albien* et *Cenomanien*. Nous pensons qu'il y a plus de raisons pour grouper ces assises en deux divisions, plutôt qu'en trois étages ; mais à quel niveau convient-il alors de tracer entre elles la limite la plus naturelle ?

Nous commencerons par décrire les coupes Anglaises parce que les couches qui forment le Gault et l'Upper Greensand offrent un plus beau développement dans le Sud de l'Angleterre que dans le Nord de la France. La coupe de l'Ile de Wight sera d'abord considérée, parce qu'elle est très complète et parce qu'elle est aussi connue des géologues Français que des géologues Anglais, grâce aux mémoires de M. Ch. Barrois.

---

(1) Quart. Journ. Geol. Soc., vol. LII, p. 99.

I. Sud de l'Angleterre

Ile de Wight. — Près de Ventnor et de Niton on relève la série suivante :

			Pieds anglais
Lower Chalk (209 ½)	10.	Marne à *Belemnitella plena* . . .	6
	9.	Craie blanchâtre et massive. . . .	80
	8.	Alternances de marnes et de couches de craie grise dure.	120
	7.	Craie glauconifère avec phosphate .	3 ½
Upper Greensand et Gault (257)	6.	Glauconie marneuse	4
	5.	Sables glauconieux avec « cherts » .	26
	4.	Grès glauconieux massifs (freestone).	8
	3.	Sables fins micacés verts et jaunes avec lits de grès calcareux . . .	73
	2.	Marnes micacées sableuses	43
	1.	Argiles micacées (Gault).	103

On voit que nous avons classé les assises en deux étages, l'un contenant le Lower Chalk avec le « Chloritic Marl » à sa base, l'autre comprenant l'Upper Greensand et le Gault, étage qui serait, d'après nous, argileux dans l'Est de l'Angleterre et sableux dans l'Ouest. Quant à la corrélation des faciès divers de la zone à *Amm. Rostratus* nous partageons les vues de M. Ch. Barrois, mais nous nous éloignons de lui lorsqu'il sépare le Gault inférieur du Gault supérieur (zone à *Amm. rostratus*), pour rattacher ce dernier terme au Lower Chalk, comme partie intégrante de l'étage Cénomanien.

Les marnes sableuses (n° 2) de l'Ile de Wight, ont été classées par quelques-uns dans le Gault, par d'autres dans l'Upper Greensand ; c'est qu'il n'y a là aucune limite définie entre le Gault inférieur et la zone à *Am. rostratus*.

Le banc de grès, regardé comme base de cette zône, près de Ventnor, par MM. Norman [1] et Parkinson [2] ne

(1) Geol. Mag. Dec. II. vol., IX, p. 440.

(2) Quart. Journ. Geol. Soc., vol. XXXVII, p. 370.

se retrouve pas au Nord de l'Undercliff ; tandis qu'on a recueilli l'*Amm. rostratus* dans les marnes sableuses de Compton Bay inférieures à ce niveau.

Il est tout aussi difficile de fixer la limite supérieure de la zone à *Amm. rostratus* : M. Barrois avait fixé cette limite au niveau d'un sable vert contenant des nodules de phosphate de chaux, en se basant sur le seul fait de la présence du *Pecten asper* dans ce sable : mais il n'y a pas là de banc limite bien marqué et on ne peut même suivre facilement ce niveau dans l'île tout entière. Enfin le *Pecten asper* lui-même est un fossile rare, tant dans ce sable que dans les *Chert-Beds*. Ces lits exploités comme pierre de taille (n° 4) sont disposés en lentilles locales qui ne se retrouvent pas le long de l'axe central de l'île. A ces couches succèdent les sables (n° 5) qui contiennent les cherts (ou silex calcédonieux) et que nul géologue anglais ne détachera du Upper Greensand pour les rattacher à la Lower Chalk. Les couches n°s 1 à 6 constituent l'étage du Gault et l'Upper Greensand réunis.

Malgré un passage lithologique apparent entre l'*Upper Greensand* et la *Lower Chalk*, il y a entre ces divisions un changement rapide d'une sorte de sédiment à une autre, et surtout il y a dans la faune un changement subit et important.

Les auteurs qui ont décrit avant nous la coupe de Ventnor ont considéré une couche de grès dur au sommet des Chert-Beds (n° 5) comme formant le sommet de l'Upper Greensand, et le sable jaune-verdâtre au-dessus comme une partie du « Chloritic Marl ». Nous croyons qu'ils ont fait erreur. L'un de nous ayant fait un examen attentif de cette coupe en 1880, et recueilli les fossiles des couches de passage, a reconnu que les 4 ou 5 pieds de sable glauconieux supérieurs aux Chert-Beds se rattachaient par leur faune à l'Upper Greensand et qu'ils ne

renfermaient aucun des Céphalopodes caractéristiques du Chloritic Marl.

Il a reconnu dans ce sable (n° 6) *Pecten asper, Ostrea vesiculosa, Holaster lævis, Cardiaster fossarius,* fossile qui ne passe pas au-dessus. Le sable devient marneux en haut passant à la craie glauconifère, (n° 7) remplie de nodules et de fossiles en phosphate de chaux, parmi lesquels *Ammonites varians, Am. Mantelli, Am. navicularis* sont très communs, avec *Turrulites Morrisii, T. tuberculatus* et *Stauronema Carteri*, spongiaire caractéristique de ce niveau. La succession près de Ventnor est la suivante (Les numéros ne correspondent plus aux précédents) :

		Pieds anglais
Lower Chalk	6. Craie marneuse avec grains de glauconie	5
	5. Craie glauconieuse verdâtre, riche en fossiles et en nodules phosphatiques .	3 ½
Upper Greensand	4. Marne très sableuse glaucomeuse, vert foncé, compacte, homogène ; peu de fossiles	2 ½
	3. Lit de nodules de grès calcareux, partiellement phosphatisés, *Pecten asper* brisés.	½
	2. Sable glauconieux, vert-jaunâtre. *P. asper*	2
	1. Banc dur siliceux et sable vert au-dessous	

N° 1 est le banc dur du sommet des Chert-Beds ; n°s 2, 3, 4 sont le sable et la glauconie qui forment ici le sommet de l'Upper Greensand, et n° 5 est le soubassement du Chalk Marl, ou assise à *Ammonites varians*. Ce n'est qu'à ce niveau dans la série qui nous occupe, qu'on rencontre une modification tranchée dans la faune et dans le caractère lithologique des couches.

Dorsetshire. — A l'ouest de l'île de Wight, cette ligne de démarcation est encore plus fortement en évidence. Près

de Swanage, la Lower Chalk a 143 pieds (41m1/2) d'épaisseur, et offre à sa base un lit de nodules phosphatés, reposant sur la surface érodée d'un grès dur noduleux. Ce grès renferme *Pecten asper*, mais il passe en bas à un sable vert avec *Am. rostratus* ; on n'observe plus de lits de cherts, et il ne paraît pas possible de scinder ici la masse de l'Upper Greensand. Cette coupe présente en résumé les divisions suivantes :

		Pieds.
Lower Chalk 143 pieds	Marne jaunâtre (zone à *Bel. plena*) . . .	6
	Alternances de craie dure blanchâtre avec lits de marne grise	84
	Craie sableuse jaunâtre, avec nodules brunâtres contenant du phosphate de chaux.	6
	Craie blanchâtre, banc dur à la base. . .	13
	Craie marneuse en bancs gris et blancs. .	30
	Marne glauconieuse avec nodules et fossiles en phosphate de chaux (Chloritic Marl) .	4
	Grès noduleux, *Pecten asper*, *Ostrea vesiculosa*	5
Upper Greensand 71 pieds	Sable vert avec nodules calcareux épars. .	4
	Sable vert sans nodules calcareux, *Amm. rostratus*	17
	Deux bancs de grès verdâtre, avec sable vert foncé entre eux.	5
	Argile sableuse bleuâtre avec trois bancs de grès, *Amm rostratus*, *Cucullæa glabra*, *Thetis Sowerbyi*, *Arca carinata*, *Vermicularia concava*.	40
Gault	Argile sableuse bleu, passant en bas à une argile plus compacte.	84 ?

A Lulworth Cove, plus à l'ouest, ces assises deviennent moins épaisses ; le contact entre le Lower Chalk et l'Upper Greensand se fait comme ci-dessus. La zone à *Pecten asper* est mieux définie et renferme quelques nodules de chert, sous le grès noduleux, mais ces sables passent insensiblement à ceux de la zone à *Am. rostratus*.

Sussex : A l'extrémité orientale de l'Ile de Wight près de Culver, les « Chert-beds » sont réduits à trois mètres d'épaisseur, et le sable vert qui renferme ces nodules siliceux passe à la partie inférieure à des grès glauconieux tendres.

Dans l'Ouest du Sussex les Chert-beds n'existent pas, mais il y a une bande de sable glauconieux qu'on peut regarder comme représentant la zone à Pecten asper.

A Eastbourne ce sable a disparu, et le Chloritic Marl avec nodules phosphatés repose sur des grès micacés et calcareux semblant appartenir à la zone à *Am. rostratus.*

Wiltshire. — Au nord de l'Ile de Wight, dans le Wiltshire, on rencontre près de Warminster, la succession suivante :

			Pieds.
3	Sable vert de Rye Hill Sables gris avec cherts Sables et grès verts	Warminster Beds ou Zone à Pecten asper	45
2	Sables gris et jaunes Malmstone (Gaize)	Devizes Beds ou Zone à Am. rostratus	100
1	Argiles micacées	— Lower Gault	70

Ces trois assises ou zônes sont assez bien définies, mais au nord-est de Warminster les cherts disparaissent et sont remplacés par des lits de grès glauconifères calcareux. Enfin au nord de Devizes l'épaisseur des sables supérieurs s'atténue rapidement, et sous la marne glauconifère à nodules, de la base du Lower Chalk, il n'y a plus que 3 mètres de sable marneux, verdâtre, sans fossiles, passant à la base à la gaize.

Ainsi, de quelque côté que l'on suive l'Upper Greensand, en partant de l'Ile de Wight, on voit varier les caractères de la zone à Pecten asper. Les lits ou nodules de chert qui la caractérisent souvent, n'ont d'autre cause qu'un développement local de spongiaires siliceux. Elle disparaît

parfois complètement au N. et à E. de l'île, et quand on l'y retrouve, elle se réunit aux sables inférieurs, et non à la craie qui les surmonte.

Quant à la zône à *Am. rostratus* elle conserve une constance absolue, et comme M. Barrois l'a démontré, elle embrasse le Gault supérieur de Folkestone, les sables gris et jaunes de l'Ile de Wight, les couches de Blackdown en Devonshire. Toutefois elle est reliée si intimement avec le Gault inférieur que les géologues anglais ne consentiront jamais à une classification qui tende à séparer ces deux divisions.

Toutes les recherches récentes ont contribué à démontrer que la série des couches, connue en Angleterre par les noms de Gault et d'Upper Greensand, forment un seul et même groupe naturel, un étage, pour lequel il y aurait lieu de trouver un nom nouveau. La Craie inférieure (Lower Chalk) avec le lit de marne glauconieuse, nodulifère, à sa base (Chloritic Marl), constitue un autre étage complet, généralement très facile à distinguer du précédent.

2. Le Cenomanien en Normandie [1]

Les deux étages que nous venons de délimiter et qu'il est si facile de suivre en Angleterre, nous paraissent reconnaissables en France : nous avons cherché à retrouver leur contact et leurs limites dans les falaises du Hâvre, et en avons poursuivi l'étude jusque dans le Calvados et dans l'Orne.

Coupe du Hâvre. — Les falaises entre le cap la Hève et St-Jouin montrent la coupe suivante :

(1) Les recherches sur le terrain, ont été faites en France, par M. Hill.

		Pieds anglais
Céno-manien	9. Craie compacte blanc grisâtre . .	30 à 40
	8. Craie glauconifère grisâtre avec nodules et fossiles en phosphate de chaux.	10 à 11
	7. Craie jaunâtre plus ou moins glauconifère	50 à 56
	6. Craie grise et bleuâtre, avec chert et matière siliceuse	29 à 30
	5. Marne glauconieuse, sableuse, bleuâtre, avec nodules phosphatés	3 ½ à 16
Albien	4. Marne glauconieuse. gris bleuâtre, avec concrétions siliceuses . .	23 à 26
	3. Argile glauconieuse gris foncé, avec nodules phosphatés à sa base . .	10 à 11
Aptien	2. Sable brun, grossier, caillouteux .	15 à 16
	1. Sables micacés jaunes tendres . .	70

Hébert en 1875, (1) a déjà proposé une interprétation de cette coupe, il regardait comme Cénomaniennes, toutes les assises au-dessus du n° 2. Pour lui, le Gault (ou Albien) n'était représenté dans ces falaises que par le lit de nodules à la base du n° 2, qu'il croyait remaniés; néanmoins il admettait l'existence du Gault à Cauville et à Octeville. En 1880 M. Lennier assimilait respectivement (2) les couches 3 et 4 au Gault et à la Gaize, et donnait en même temps une description générale des couches qu'il regardait comme cénomaniennes : pour lui le lit nodulifère (n° 5) commençait cette série. M. de Lapparent partagea cet avis en 1868, quand il fit observer qu'au cap la Hève « la craie glauconieuse à silex repose sur les couches à *Am. inflatus* qu'il assimilait à la Gaize (3).

(1) Ondulations de la Craie, Bull. Soc. Géol. de France, 3e Série t. III, p. 516.

(2) Bull. Soc. Géol. de Normandie, vol. VI, p. 350.

(3) Bull. Soc. Géol. France. Sér. II, Tom. 25, p. 868.

Tableau de l'Albien et du Cénomanien au cap la Hève

8 — Craie blanc-grisâtre, glauconieuse, avec nodules bruns, phosphatés et cherts dispersés.

7 — Craie gris blanchâtre ou jaunâtre, un peu glauconieuse, avec cordons de cherts gris.

Craie gris-jaunâtre, glauconieuse, avec cinq lits de grands cherts.

Craie gris-jaunâtre, glauconieuse, avec quelques cherts dispersés, en couches séparées par des lits durs siliceux.

6 — Couche de matière crayeuse, endurcie par de la silice, divisée par des lits de craie grisâtre marneuse, très glauconieuse.

Craie glauconieuse, gris-jaunâtre, avec concrétions siliceuses.

5 — Craie sableuse, très glauconieuse, gris-bleuâtre, avec nodules noirs de phosphate de chaux et quelques rognons durs.

Marne sableuse, glauconieuse, gris-bleuâtre, avec bancs et blocs de roche dure siliceuse, plus ou moins continus.

4 — Marne gris-foncé, micacée, sableuse, avec concrétions dispersées de roche siliceuse.

3 — Argile noirâtre, sableuse, micacée, très glauconieuse; un lit de nodules de phosphate de chaux à la base.

2 — Sable grossier, ferrugineux (« Carstone »).

1 — Sable fin, micacé, jaunâtre.

Echelle approximative 1/300 (24 pieds = 1 pouce).

Nous partageons complètement les vues de MM. Lennier et de Lapparent qui nous paraissent devoir s'imposer à tous ceux qui étudieront ces couches. Voici d'ailleurs en résumé la succession des assises, prise de bas, en haut :

1. Sables jaunes, ressemblant au « Sand-Rock Series » de l'île de Wight. Ils appartiennent assurément à l'Aptien.

2. Sable grossier, correspondant au sable ferrugineux (Carstone), sommet du Lower Green sand de l'île de Wight. Nous ne sommes pas surs de son classement dans l'Aptien ou dans l'Albien, car ses fossiles étant à l'état de moules n'ont pas été déterminés jusqu'ici d'une manière satisfaisante.

3 et 4 Gault et Gaize. La partie inférieure de cette série est une argile glauconieuse gris-noirâtre renfermant des nodules phosphatés et de petits galets provenant de la couche sous-jacente. Fossiles rares, ou absents ; nous assimilons le n° 3 à notre Gault inférieur, embrassant les zones à *Am. interruptus* et à *Am. lautus*. La partie supérieure (n° 4), se compose de marne glauconieuse, sableuse, à petites concrétions siliceuses dans sa moitié inférieure, devenant plus larges et rangées plus régulièrement en lits dans la partie supérieure. Cette couche renferme *Am. rostratus (= inflatus), Am. auritus, Thetis Sowerbyi*, etc., et on ne peut douter qu'elle n'appartienne à la zone à *Am. rostratus* ; elle représente la Gaize des Ardennes et du Pays de Bray, le Malmstone et les sables micacés de l'Upper Greensand en Angleterre.

Les « Chert Beds » de l'Ile de Wight, n'ont pas de représentant à la Hève, et nous ne pouvons y reconnaître aucun équivalent de la zone à *Pecten asper* ; leur absence n'est pas pour nous un fait isolé, car cette zone manque souvent en Angleterre.

5. Marne nodulifère. Cette couche est séparée de la Gaize par un lit mince de sable brunâtre, épais de 2 à 3

pouces, plein de grains de glauconie. Ce sable brunâtre se montre dans tous les endroits accessibles entre le Cap et St-Jouin, à l'exception d'un seul point à 1 1/2 kilomètre à l'est des Phares. La marne qui le recouvre est tendre, sableuse, glauconieuse, avec gros grains de glauconie abondants. Dans la partie inférieure nodules phosphatés noirs, devenant moins nombreux en haut.

Près du cap la Hève, cette couche se divise en deux bancs, l'inférieur, épais de 1/2 mètre, le supérieur de 1 1/2 mètre; tous les deux renferment des rognons siliceux aussi bien que des nodules phosphatés. A St-Jouin il n'y a qu'une seule couche épaisse de 1 mètre, pleine de nodules, mais dépourvue de concrétions siliceuses.

Cette couche est riche en fossiles, sa faune étant bien différente de celle des formations inférieures. Les ammonites sont *A. Mantelli*, *A. navicularis*, *A. varians*, espèces caractéristiques du Chalk Marl de l'Angleterre ; *Holaster subglobosus* fait son apparition, avec plusieurs éponges siliceuses parmi lesquelles nous reconnaissons *Stauronema Carteri*. D'autres fossiles communs sont : *Pecten asper*, *Rhynchonella dimidiata*, *Rh. convexa*, *Rh. Grasiana*, *Pseudodiadema Benettiæ* et nombreux Bryozoaires.

On voit donc que par ses caractères généraux comme par ses fossiles, cette couche nodulifère (n° 5) du Hâvre ressemble à celle qui forme la base de la Lower Chalk en Angleterre, où on la désigne sous le nom de Chloritic Marl ou niveau à *Stauronema Carteri*.

Couche n° 6. A la marne nodulifère précédente, succède au cap la Hève, une craie marneuse, glauconieuse, tendre, divisée en bancs par des lits d'une roche siliceuse remarquable. L'examen de cette craie montre qu'elle est pénétrée et durcie par de la silice colloïdale, montrant tous les passages entre une craie simplement endurcie et une roche siliceuse gris-bleuâtre rappelant le chert

en voie de formation qui se trouve dans la Lower Chalk du Wiltshire [1] çà et là la calcédoine s'est concentrée en noyaux, ou en lits rameux, lenticulaires, sans continuité. Dans les 2m75 supérieurs, il y a également des cherts clairs ordinaires.

A St-Jouin toute la silice de ces couches est concentrée en nodules de chert noir, rangés en lits ; la craie comprise entr'eux étant tantôt jaunâtre, tantôt bleuâtre, et quelquefois bariolée jaune et bleu. Cette assise ne renferme pas beaucoup de fossiles.

Couche n° 7. — Craie gris-jaunâtre, un peu glauconieuse, divisée en couches par bancs de chert gris ou noirs. Au cap la Hève dans les premiers 2 1/2 mètres il y a cinq lits de cherts grands et massifs, formant une proéminence marquée dans la falaise. Les couches supérieures épaisses de 12 à 13 mètres se composent de craie jaunâtre ou blanchâtre avec cherts nombreux, dispersés ou en lits.

A St-Jouin ces couches sont plus variables, elle ne présentent qu'un seul lit de grands blocs de chert, et sur ce lit repose un mètre de craie dure, grise, sableuse, avec nodules verts en dehors. Il est recouvert par des couches de craie glauconieuse (7 mètres) avec cherts bleuâtres dispersés, et concrétions dures siliceuses. Les trois mètres suivants renferment des cherts noirs, et finalement il y a une couche de craie grise avec concrétions dures siliceuses.

Dans quelques-unes de ces couches les fossiles sont assez abondants ; *Pecten asper* se trouve partout, avec *P. Galliennei, P. elongatus, Rhynchonella dimidiata, Epiaster crassissimus, Ammonites varians, Turrulites tuberculatus, Tur. costatus ; Holaster subglobosus* est commun dans les 2 1/2 mètres supérieurs.

---

(1) Voir Quart. Journ. Geol. Soc. vol. XLV, p. 405.

N° 8. — Craie blanc-grisâtre avec cherts dispersés et quelques nodules bruns phosphatés. On n'observe pas à ce niveau de surface d'érosion, ni de lit régulier de nodules ; ils sont particulièrement abondants à la partie inférieure de cette couche, diminuent plus haut, et disparaissent à trois mètres environ de la base. La craie dans laquelle se trouvent ces nodules phosphatés est assez sableuse, raboteuse, et plus glauconieuse qu'à l'ordinaire. Cette couche est très fossilifère :

Rhynchonella dimidiata	*Pecten Marrotianus*
» *Grasiana*	» *Puzosianus*
Terebratella Menardi	*Janira æquicostata*
Caratomus rostratus	*Ammonites varians*
Pseudodiadema ornatum	» *Coupei*
Glyphocyphus radiatus	*Scaphites æqualis*
Discoïdea subucula	*Turrulites costatus*
Pecten asper	» *tuberculatus*

N° 9. — Craie blanchâtre avec cherts gris rangés en lits, avec peu de glauconie et sans fossiles ; environ 2 1/2 mètres.

La base du Turonien est bien distincte entre St-Jouin et Brunval, la première couche turonienne est à l'état de craie dure noduleuse, rappelant le « Melbourn Rock » d'Angleterre.

D'après nos mesures, le Cénomanien de St-Jouin a 119 pieds (36 mètres) d'épaisseur ; total qui est à peu près d'accord avec celui de M. Lennier.

Cénomanien du Calvados et de l'Orne. L'un de nous a poursuivi l'étude du Cénomanien jusqu'à Honfleur et de là le long de la vallée de la Touques par Lisieux à Vimoutiers, Gacé et Mortagne, où les dépôts commencent à revêtir un faciès plus arenacé, pour passer au Sud aux sables de la région cénomanienne typique du Mans (Sarthe).

Près de Honfleur, une seule excavation nous a montré

la base du Cénomanien, à Moulineaux, 3 kil. S.S.O de Honfleur ; les couches visibles étaient :

	Pieds	Pouces.
4. Sol et débris, avec cherts cassés	8	
3. Craie marneuse, glauconieuse, jaunâtre, tendre, avec Rhynch. dimidiata et nombreux fossiles	4	
2. Blocs de calcaire durci enveloppés de marne grise, glauconieuse ; *Rh. dimidiata*, *Catopygus carinatus*.	3	» 3
1. Marne glauconieuse, gris foncée	3	
	18	» 3

La couche n° 1 rappelle la marne du sommet de la Gaize du Havre et nous assimilons le n° 2 au n° 5 du cap la Hève et par conséquent au Chloritic Marl. La marne grise la même composition et les grains de glauconie sont remarquables par leur grosseur. Il y a cependant des différences notables entre les deux couches ; à Moulineaux la roche est durcie par un ciment de carbonate de chaux en forme de grands blocs, et on n'y observe pas de nodules phosphatées, ni le lit de sable brunâtre de la base.

On reconnaît la même succession des couches au village d'Hermival, près de Blangy, dans un fossé au bord de la route. A la base, sable marneux passant à une marne grise glauconieuse, au-dessus gros blocs d'un calcaire cristallisé et immédiatement au-dessus craie glauconieuse.

Au sud de Lisieux, à environ 2 kil, une grande sablière montre la base de la série crétacée ; on y voit la coupe suivante :

	Pieds	Pouces.
Sol sableux et débris de cherts	2	» 0
Sable marneux glauconieux, vert	2	» 6
Argile gris-noirâtre		9
Grès grossier ferrugineux, avec plusieurs nodules bruns pâles phosphatés.	7	» 0
Sable micacé blanc.	40	» 0

Le sable blanc est d'âge corallien (partie des sables de Glos). Le sable ferrugineux représente celui qui se trouve au-dessous du Gault au Cap la Hève ; M. Bigot a eu l'obligeance de nous envoyer quelques fossiles recueillis au sommet de cette couche, et parmi lesquels nous avons reconnu *Ammonites interruptus* (var. *Deluci* et *dentatus*), *Pecten orbicularis*, *Cucullæa fibrosa* (?). Ces fossiles prouvent l'existence du Lower Gault (Albien) ; mais l'épaisseur faible de l'argile qui les surmonte nous prépare à sa prochaine disparition.

La Gaize n'est pas bien exposée près de Lisieux, mais à Fauvaque, une carrière nous a montré un sable marneux verdâtre avec un lit mince d'argile à la base, reposant directement sur le Corallien. Ainsi le grès ferrugineux ne s'étend pas jusque là, et l'argile Albienne très réduite, forme la base de la série crétacée.

A Vimoutiers, il y a de belles coupes dans les carrières voisines de la ville, l'une d'elles montrait la succession suivante :

		Pieds.
5.	Craie sableuse, glauconieuse, grisâtre, en lits alternants, à surface raboteuse, avec cherts	37
4.	Craie sableuse glauconieuse jaunâtre, noduleuse et raboteuse dans la partie supérieure, plus compacte au-dessous, avec cherts	15
3.	Craie sableuse, jaunâtre, tendre, très glauconieuse contient concrétions siliceuses dures	6
2.	Banc dur, à blocs de roche glauconieuse calcareuse.	1
1.	Marne sableuse, glauconieuse, tendre, verte, passant à sable vert-foncé, noirâtre à la base. Elle repose sur le Corallien, qui n'affleure pas.	10

Le n° 1 est la continuation de l'Upper Greensand ou Gaize, qu'on peut suivre tout le long de la vallée de la Touques. Le n° 2 représente pour nous la base du Cénomanien ; la roche ressemble à celle que nous avons vu près de

Honfleur et de Hermival, et ici il y a un plan de séparation bien marqué entre elles et la glauconie sous-jacente.

Dans les couches crayeuses (nº 3, 4, 5) les fossiles sont nombreux, comprenant *Ammonites Mantelli*, *Inoceramus striatus*, *Pecten asper*, *Rhynchonella dimidiata*, *Hemiaster bufo*, *Epiaster crassissimus* et autres espèces cénomaniennes bien connues. C'est la zone à *Am. Mantelli*.

Dans une autre carrière se montrent des couches supérieures appartenant à la zone à *Am. rotomagensis* ; elles consistent en craie tendre et dure en lits alternants. Les lits durs sont jaunâtres, glauconieux, cristallins, avec concrétions siliceuses ; les lits tendres sont composés de craie marneuse, grise, très glauconieuse. L'épaisseur du Cénomanien à Vimoutiers est d'environ 145 pieds (44 m.).

Entre Gacé et Mortagne le sable apparaît au-dessus de cette « Craie de Rouen », et plus loin au sud dans la commune de Théligny, on trouve une grande épaisseur de sable intercalé entre la craie de Rouen et la craie à *Am. Mantelli*.

Ainsi selon les recherches d'Albert Guillier et de M. Paul Bizet, la succession en cette région est la suivante :

		Pieds anglais
5.	Sables du Perche	20
4.	Craie à *Scaphites æqualis*	60
3.	Sables à *Perna lanceolata*. . . .	130
2.	Craie à *Amm. Mantelli*	80
1.	Glauconie à *Ostrea cesiculosa* . .	25
		315

Ces auteurs regardent toute cette série comme cénomanienne, mais M. de Lapparent [1] assimile la glauconie à la gaize du Hâvre et la range dans l'Albien, opinion qui est pleinement d'accord avec la nôtre. Nous estimons que

1) Traité de Géologie, 1885, pp. 1041 et 1075.

cette glauconie à *O. vesiculosa* doit s'accroître en épaisseur en descendant vers l'Est et qu'elle passe graduellement vers sa partie inférieure à l'argile glauconieuse que l'on trouve sous elle, à Céton et à Nogent-le-Rotrou, et qui a fourni *Am. rostratus* et *Am. auritus*.

Pour nous, la glauconie de l'Orne occidentale n'est que la partie supérieure du groupe de couches désignées en Angleterre sous les noms de Gault et d'Upper Greensand. En France, les membres inférieurs du groupe s'atténuent vers le Sud-Ouest, n'étant plus représentés que par cette glauconie, au-dessous du Cénomanien.

3. Observations sur la corrélation des coupes précédentes

Nous avons signalé dans la coupe du Hâvre, l'absence de tout représentant de la zone à *Pecten asper*. Ce fossile, il est vrai, se trouve dans toutes les couches, du n° 5 au haut du n° 8, mais la présence d'une seule espèce ne constitue pas une zone statigraphique. Nous reconnaîtrons cependant qu'elle y est associée à d'autres espèces telles que *Pecten Galliennei*, *Rhynchonella dimidiata*, *Catopygus columbarius*, *Caratomus rostratus*, *etc.*, communes dans notre Upper Greensand, et inconnues dans le Chalk Marl. C'est sans doute pour ce motif que les géologues Français ont considéré les couches 5 à 7 (renfermant ces fossiles) comme représentant la partie supérieure de notre Upper Greensand, désignée par M. Barrois sous le nom de zone à *Pecten asper*.

L'existence aussi dans le Cénomanien Français des cherts analogues à ceux qui se trouvent dans les « Chert Beds » de notre Upper Greensand augmente la ressemblance superficielle entre les deux dépôts.

Mais la considération raisonnée des faits observés nous empêche d'admettre cette conclusion. Il faut se garder

d'abord d'accepter comme caractéristiques des Echinodermes ou des Lamellibranches, pour comparer des gisements éloignés l'un de l'autre ; la répartition de leurs espèces est trop dépendante de conditions d'existence locales, telles que la profondeur de l'eau, la nature du fond de la mer, les courants. Au contraire, la répartition des Céphalopodes, animaux capables de se transporter plus facilement, dépendait moins de la profondeur de l'eau, et doit par conséquent nous inspirer bien plus de confiance.

Si conformément à ce principe, nous basons nos comparaisons sur la répartition des seuls Céphalopodes, nous reconnaîtrons l'identité des couches 5 à 8 du Hâvre avec notre Lower Chalk, car les Céphalopodes de cette partie du Cénomanien du Hâvre et ceux de notre Chalk Marl appartiennent aux mêmes espèces ; par contre, ces espèces ne se retrouvent pas dans les Chert-Beds de notre Upper Greensand.

La seule partie de notre Upper Greensand où les Céphalopodes du Chalk Marl soient associés au *Pecten asper* et aux autres espèces citées ci-dessus, est le sable de Rye Hill, niveau qui forme le sommet des Warminster Beds. Cette couche toutefois est mince, n'ayant pas plus de 3 mètres d'épaisseur (v. p. 232), et le sable dont elle se compose passe graduellement à la craie glauconieuse (Chloritic Marl) qui la recouvre. On a montré récemment [1] il est vrai, que cette faune de Warminster n'était pas la faune typique de l'Upper Greensand, attendu que nombre des espèces caractéristiques du Chalk Marl y font leur première apparition ; c'est en fait une couche de passage, et le nombre des espèces qui passent de cette couche au Chalk Marl est trois fois plus considérable que celui des formes provenant des couches inférieures.

---

(1) Geol. Mag. Déc. IV. Vol III, pag. 261 (1896).

Dans l'île de Wight, le représentant de ce sable n'a que 4 ou 5 pieds d'épaisseur, et nous considérons comme peu probable, qu'il atteigne 86 pieds d'épaisseur au Hâvre, en réduisant ainsi à 40 pieds l'importance de la Lower Chalk, épaisse de 200 pieds dans le Susex et l'Ile de Wight.

On peut encore faire valoir un autre argument : le Cénomanien du Hâvre n'est pas un grès vert, mais une craie glauconieuse. Si nous examinons le Chalk Marl de l'Ile de Wight au microscope, nous voyons qu'il est de même à l'état de craie glauconieuse; elle se compose essentiellement d'une pâte fine crayeuse, enveloppant des grains nombreux, mais très petits, de quartz et de glauconie, avec des débris de coquilles. La pâte des couches correspondantes près du Hâvre est moins riche en matière crayeuse, mais contient une plus grande proportion de constituants inorganiques (quartz et glauconie).

La craie glauconieuse du Hâvre et le Chalk Marl de l'île de Wight présentent entre eux les relations de dépôts contemporains accumulés à des distances différentes de la terre. Au Sud-Ouest, dans l'Orne et dans la Sarthe, le remplacement du sédiment crayeux par du quartz, mica et matière siliceuse se poursuit progressivement jusqu'à ce que la roche devienne entièrement siliceuse.

Ces différences dans les conditions physiques du dépôt, nous semblent impliquer nécessairement des différences entre les faunes cénomaniennes d'Angleterre et de France. Un même assemblage d'espèces ne saurait habiter les bancs de sable littoraux, les fonds intermédiaires où les marnes et sables glauconieux s'accumulaient, et enfin les plus grandes profondeurs où se déposait le Chalk Marl.

Mais toutes ces formations successives ont pris naissance dans un bassin en voie d'affaissement ; et le dépôt du

Chalk Marl ayant été précédé par celui d'un sable glauconieux dans une mer moins profonde, on conçoit que les faunes qui les caractérisent aient dû émigrer, selon que l'étendue de la mer s'accroissait et que sa partie centrale s'approfondissait, pour rechercher ailleurs les conditions qui leur convenaient.

On constate à l'appui de ces vues, que la différence entre les faunes du Chalk Marl anglais et du Cénomanien normand augmente à mesure qu'on suit les couches du nord au sud, et au sud-ouest ; mais toujours elles renferment le même assemblage de céphalopodes.

Notre avis, en résumé, est que le Cénomanien de nos coupes du Hâvre et de l'Orne n'est que la continuation, vers le midi de la Lower Chalk Angleterre, déposée dans une mer moins profonde, et en une région où les conditions favorisaient la croissance des éponges siliceuses. Il est formé pour ces raisons, d'une craie plus sableuse et plus glauconieuse, avec une plus grande quantité de matière siliceuse sous forme de spicules d'éponges et de cherts.

Le Cénomanien du Devonshire

par M. **A. J. Jukes-Browne**.

Nos dernières études dans le Devonshire nous ont révélé un certain nombre de faits nouveaux, importants pour la connaissance de l'étage cénomanien.

Le terrain crétacé dans ce comté est complètement isolé des massifs du Dorsetshire, étant limité à deux petits lambeaux synclinaux, compris l'un entre Lyme-Regis et Axmouth, l'autre entre Seaton et Sidmouth. Les meilleures coupes sont dans le dernier, notamment dans les belles falaises de Beer Head.

Elles ont été décrites en 1874 par M. C. J. A. Meyer [1], en 1876 par M. Barrois [2] ; depuis lors M. Meyer a lui-même modifié sur divers points les vues qu'il avait émises à cette époque, et actuellement il partage notre manière de voir.

L'Upper Greensand atteint dans ces falaises un développement remarquable ; il y est plus épais à lui seul que l'ensemble du Gault et du Greensand à Lulworth, et ses chert beds présentent le double de l'épaisseur qu'on leur connait dans l'île de Wight. On peut hésiter à reconnaître dans cette série la présence du gault inférieur ; mais on doit rapporter sans hésitation à la zône à *Am. rostratus*, la plus grande partie des argiles sableuses et sables épais de 90 à 100 pieds, qui constituent la division inférieure de notre Upper Greensand. Ces couches sont surmontées par des sables et grès jaune-verdâtre avec lits de nodules de chert, épais de 56 pieds à Whitecliff ; leur sommet est marqué par un banc de grès calcareux dur, épais de 8 pieds, à surface supérieure nettement délimitée.

Sur ce banc de grès repose une série de couches, des plus remarquables, montrant à la côte de grandes variations d'épaisseur et contenant d'intéressantes faunes. On y peut distinguer trois divisions principales, les deux inférieures caractérisées par *Ammonites Mantelli*, *Am. varians*, et autres fossiles de la Chalk Marl ; la troisième, parfois absente, bien distincte des précédentes, passe graduellement au sommet à la craie noduleuse, dure, à fossiles turoniens. Au dessus, l'étage turonien, formé de craie, présente un important développement.

---

(1) C. J. A. Meyer : Quart. Journ. geol. Soc., vol. XXX. p. 369.

(2) Ch. Barrois : Recherches sur le Terrain Crétacé de l'Angleterre 1876 p. 69.

La position stratigraphique de notre zone à *Am. Mantelli* se trouve ainsi exactement fixée, étant comprise entre l'Upper Greensand et le Middle-Chalk (Turonien) : elle doit représenter nécessairement par suite, une portion quelconque de la Lower-Chalk. Cette zône épaisse de 3 pieds seulement à Whitecliff près Seaton, atteint près de 14 pieds à Beer Head où elle permet même deux divisions. Voici d'ailleurs la coupe que l'on relève au pied de cette falaise :

		Pieds	Pouces
TURONIEN :	Craie dure noduleuse jaunâtre, avec lambeaux de sable glauconieux à la base .	2	0
ZONE A AM. MANTELLI	*B.* Calcaire grossier quarzifère avec lits de nodules verdis, *Holaster subglobosus*	2	6
	A. Calcaire dur, gréseux, coquillier, passant à la base à un grès calcarifère grenu. Fossiles abondants . . .	11	0
UPPER GREENSAND :	Grès calcareux à grains fins ; fossiles rares.	9	0

Ces couches acquièrent encore un développement plus considérable, quand on les suit à l'ouest de Beer-Head ; leur épaisseur atteint 24 pieds dans la falaise de Hooken à 400 m. de là. On y voit la coupe suivante :

		Pieds
TURONIEN :	Craie dure noduleuse passant à la base à la couche suivante.	7
	C. Marne glauconieuse verte, sableuse, avec quelques nodules bruns de phosphate de chaux à la base	6
ZONE A MANTELLI	*B.* Calcaire grossier, blanc, gréseux, avec un lit de nodules brunâtres, durs verdis, au sommet.	6
	A. Calcaire dur, coquillier, avec un lit noduleux brunâtre au sommet, passant à la base à un grès calcarifère grossier	18
UPPER GREENSAND :	Grès calcareux à grains fins.	

Les surfaces qui limitent les lits brunâtres, au sommet des couches A et B, sont remarquablement planes et unies : elles correspondent évidemment à des arrêts dans la sédimentation, arrêts pendant lesquels les dépôts précédemment accumulés ont été durcis par infiltration de solutions phosphatées et calcareuses.

La marne glauconieuse C paraît correspondre à un accroissement du niveau représenté à Beer Head par des lambeaux discontinus de sable glauconieux, à la base du Turonien. Cependant on y trouve *Belemnitella plena* et quelques autres fossiles de la Lower-Chalk, de sorte qu'elle pourrait représenter le sommet de cette division, c'est-à-dire la zône à *Bel. plena*. En tous cas, il y a sous elle une lacune, et il faut admettre que le reste de la Lower-Chalk fait défaut ou qu'il est représenté par les calcaires sableux de la zône à *Am. Mantelli*.

Voyons donc, quels sont les fossiles de cette zône à *Am. Mantelli*. (couches A et B) ? Ces deux couches offrent un grand nombre d'espèces communes, telles que *Am. Mantelli, navicularis, falcatus, varians, Coupei*. Le nombre des espèces propres à chacune d'elles est assez restreint : nous citerons à la partie inférieure de A une grande espèce de Bryozoaire, très abondante, *Ceriocava ramulosa*, associée à des spongiaires cénomaniens bien connus, comme *Trematocystia Orbignii*, *Elasmostoma consobrinum*. Les *Ceriocava* sont souvent perforés par le *Lithodomus rugosus* dont on ne retrouve que les moules. *Trigonia crenulifera, T. sulcataria, Arca ligeriensis, Corbis rotundata* sont abondants ainsi que de grands échantillons de la *Terebratella Menardi*.

Au sommet de cette couche A, on trouve en grand nombre *Pecten asper*, associé à *P. Galliennei*, *P. Puzosianus*, *Inoceramus striatus*, *Rhynchonella dimidiata*, *Pseudodiadema variolare*, *Holaster lævis*, *Hol. Bischoffi*, *Catopygus columba-*

rius, et nombreux Bryozoaires indéterminés. Parmi les céphalopodes propres à cette couche, on remarque *Ammonites complanatus*, *A. laticlavius*, *A. obtectus*, *Turrulites Scheuchzerianus*, *T. costatus*.

La couche B renferme comme fossile commun *Holaster subglobosus*, rare dans les couches inférieures. M. Meyer y a trouvé *Codiopsis doma*, *Hemiaster Morrisii*, divers Brachiopodes du Tourtia, et de nombreux gastéropodes des genres *Avellana*, *Natica*, *Neritopsis*, *Pleurotomaria*, *Trochus*, *Turbo*, *Solarium*, *Voluta*, parmi lesquels *Trochus Girondinus*, *Turbo Guerangeri*, *Avellana cassis*, *Voluta Guerangeri*. Il y a diverses espèces de Nautiles, *N. lævigatus*, *N. Largilliertianus*, etc., *Scaphites æqualis*, *Turrulites Morrisii*, *T. costatus*, *T. Gravesianus*, *T. Bechei*.

La couche C contient également un assez grand nombre de fossiles, surtout entre Lyme-Regis et Axmouth, la plupart à l'état de moules en phosphate de chaux et probablement remaniés, provenant de niveaux intermédiaires totalement disparus. Les *Scaphites æqualis* et *Ammonites hippocastanum* figurent parmi les espèces les plus répandues ; elles sont accompagnées de quelques espèces rares, telles que *Ammonites euomphalus*, *Am. Goupilianus*, *Am. Renevieri*, et une forme nouvelle décrite par nous sous le nom de *Am. (Acanthoceras) pentagonus*.

Nous donnons ci-dessous la liste complète des fossiles de ces 3 couches que nous avons pu identifier. Nous indiquons dans des colonnes séparées les espèces qui ont été retrouvées dans les couches de Warminster, dans le Chalk-Marl, le Chloritic Marl et le Cénomanien du N. O. de la France. Cette liste est le résultat des collections faites par M. C. J. A. Meyer, par moi-même et par M. Rhodes pour le Geological Survey. Les déterminations en partie dues à M. Meyer me sont pour la plupart personnelles, à l'exception des Spongiaires et des Bryozoaires étudiés par M. le Dr G. J. Hinde.

Liste des Fossiles Cénomaniens de la côte du Devonshire

Dans le tableau suivant, la première colonne contient les fossiles de la zone à *Ammonites Mantelli* du Devonshire; la seconde contient les espèces de la marne sableuse qui la surmonte ; ces deux colonnes réunies montrent la faune Cénomanienne du Devonshire.

La 3e colonne montre l'extension de ces fossiles dans le sable de Rye Hill près de Warminster, couche qui renferme la faune dite de Warminster.

La 4e colonne indique leur présence dans la craie glauconieuse avec nodules et fossiles en phosphate de chaux de Chard, du Somersetshire et de l'Ouest du Dorsetshire.

La 5e indique les espèces qu'on rencontre dans le Lower Chalk, dans les zônes à *Am. varians*, à *Holaster subglobosus*, et à *Belemnitella plena* du sud de l'Angleterre.

La 6e apprend combien d'espèces se retrouvent dans les couches cénomaniennes du nord-ouest de France (Maine et Normandie).

Les lettres donnent l'indication de l'abondance comparative des espèces : *t.c.* = très commun, *c.* = commun, *a.c* = assez commun, *a.r.* = assez rare, *r.* = rare, *t.r.* = très rare, la + dénote que nous ne connaissons pas la fréquence relative.

	DEVON.					
	Couches A. B	Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
PORIFERA						
Elasmostoma consobrinum d'Orb.	a. c.		a. r.			c.
» *sp.*	a. c.					
Trematocystia d'Orbignyi Hinde .	a. c		c.			c.
» *siphonoides* Mich. .	a. r.		c.			c.
Nematinion calyculatum Hinde. .	a. c.		?			
» *sp.*	a. r.					
HYDROZOA						
Porosphœra sp.	c.					
ACTINOZOA						
Micrabacia coronula Goldf. . . .	r.	r.	a. c.	a r.	c.	c.
Thamnastrea sp.	t. r.					
ECHINODERMATA						
Caratomus rostratus Ag..	a. c.	r.	r			a. c.
Catopygus columbarius Lam. . .	c.		c.	c.		c.
Cidaris vesiculosa Goldf. (*test*). .	r.		a. r.		c.	c.
» *sp.* (*épines*)	c.		a. r.	a. r.	c.	c.
Codiopsis doma Desm.	t. r.					
Cottaldia Benettiæ Kœnig.	a. c.		a. c.			a. c.
Discoidea cylindrica Lam..	?	a. c.		c.	c.	
» *Favrina* Desor	a. r.	r.				
» *subucula* Klein	t. c.	c.	t. c.	c.	a c.	c.
Echinobrissus lacunosus Goldf .	t. r.		a r.			
Echinoconus castaneus Brongn. .	r.	c.	?	c.	r.	+
Echinocyphus difficilis Ag.. . . .		r.	a. c	r.	r	
Glyphocyphus radiatus Hœningh.		r.	r.	t. r.	r.	+
Goniophorus lunulatus Ag..	t. r.		a. c.		r.	+
Hemiaster Morrisii Forbes	t. r.			r.	a. r.	
Holaster lævis, var carinatus Ag.	t. c.	r.	c.	a. c.	a. c.	c.
» *suborbicularis* Cott. . .	r		·a			?
» *subglobosus* Leske . . .	t. c.			c.	c.	c.

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S d'Angleterre	Cénomanien N.-O de France
Holaster Bischoffi Renev.	t. c.					
Holectypus bistriatus Wright. . .	t. r.			t. r.		
Pseudodiadema Benettiæ Forbes .	r.		c.			c.
» (?) *Brongniarti* Ag..		r.		r.	c.	
» *Michelini* Ag.. . .	a. c.	r.	c.			c.
» *ornatum* Goldf. . .	c.	c.	?	c.	c.	c.
» *cariolare* Brongn.	t. c.	c.	c.	c.	c.	c.
Pygurus lampas De la Beche . .	t. r.					+
Pyrina lævis Ag	r.	r.	t. r.			+
» *Desmoulinsii* D'Arch . . .	t. r			t. r.		+
» (?) *oculum* Ag	t. r.			r.		
Salenia petalifera Desm	c.	r.	t. c.	a. r.	a. r.	c.
» » *car. gibba* Ag.		r.	r.			+
» (?) *Clarkii* Forbes.		a. r.				+
Trematopygus sp..	t. r.					
ANNELIDA						
Dit-upa difformis Lam..	r.	c.	a r.	a. r.	r.	c.
Galeolaria plexus Sow	c.		c.	c.	c.	c.
Vermicularia umbonata Mant.. .	r.		a. r.	?	t. c.	+
CRUSTACEA						
Callianassa sp	a. r.	r.				
POLYZOA						
Eschara neustriaca Mich.	r.					+
» *sp*..	r.					
Ceriopora sp 1.	c.					
» *sp 2*.	a. c.					
Ceriocaca ramulosa Mich.	t. c.					+
Defrancia (*Pelagia*) *Eudesii* Mich.	t. r.					+
Micropora sp. 1.	c.					+
» *sp. 2*.	r.					+

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
Radiopora (Cellulipora) ornata d'Orb.	a. c.					+
Reptomulticlausa papularis Mich.	a. r.					+
BRACHIOPODA						
Crania cenomaneusis (?) d'Orb.	r.			r.		+
Magas Geinitzi (?) Schloenb.	r					
Megerlia (Kingena) lima Defr.	c.	a. r	a. r.	r.	c.	c.
Rhynchonella convexa Sow.	t. c.	r.	c.	r.		c.
» *dimidiata* Sow	t. c.	r.	c.	r.		c.
» » var. *gallina* Brongn.	c.					c.
Rhynchonella Cuvieri d'Orb.		a. c.				
» *Grasiana* d'Orb.	t. c.	t. c.	t. c.		c.	c.
» *Mantelliana (?)* Sow.	r.	r.	r.		t. c.	
» *Schloenbachi* Dav.	c.		a. r.			+
» *sigma* Schloenb.	r.					
» *Wiestii* Quendst.	c.	c.		a. r.		
Terebratula arenosa d'Arch.	t. r.					
» *arcuata* Rœm.	a. c.			a. r.		+
» *capillata* d'Arch.	r.			r.	r.	+
» *obesa (?)* Sow.	t. r.		r.	r.	r.	+
» *ovata* Sow.	c.	r.	r.			+
» *semiglobosa* Sow.	r.			c.	t. c.	c
» *squammosa* Mant.	a. r.		a. r.	a. c	c	c.
» *Tornacensis* d'Arch.	r.					+
» *Verneuili* d'Arch.	r.					
Terebratella pectita Sow.	a. c.		a. c.			+
» *Menardi* d'Orb.	a. c.		r.	r.		+
Thecidium sp.	r.					
Trigonosemus incertus Dav.	t. r.	r.		t. r.		
Terebrirostra lyra Sow.	t. r.		r.			+
LAMELLIBRANCHIATA						
Anomia sp.	r.		?			

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
Anatina lanceolata Gein	r.					
Arca Mailleana d'Orb.	r.	r.	r.	c.	r.	c.
» *Galliennei* d'Orb.	r.					+
» *Ligeriensis* d'Orb.	a. c.					c.
» *sp.*	+					
Astarte cyprinoides d'Arch. . . .	r.					
» *Koninckii* d'Arch.	r.					
Cardita sp (*moule*)	r.			?		
Cardium alternans Reuss.	r.					
» *alutaceum* Goldf . . .	r.					
» *Hillanum* (?) Sow. . . .	a. r.					a. c.
» *Mailleanum* d'Orb. . . .	r.			r.		+
Chama cornucopiæ d'Orb.	r.			a. r.		+
Corbis rotundata d'Orb.	a. c.			r.		a. c.
Crassatella Vindennensis d'Orb. .	r.					+
» *Ligeriensis* d'Orb. . .	r.					+
Cucullæa sp.	?					
Exogyra conica Sow.	a. c		c.	c.		c.
Gastrochæna sp.	a r.					
Inoceramus latus d'Orb. (non Mant)	c.		a. c.	c.	t. c.	c.
» *striatus* Sow.	c.			a. c.	c.	c.
» *sp* (allongée)	c					
Lima globosa Sow.	r.		a. r.	a. c.	t. c.	
» (*cf. intermedia* d'Orb.) . . .	r.		c.	a. r.		+
» *ornata* d'Orb.	a. c.	r.	a. c.	a. r		c.
» *rapa* d'Orb.	t. r.					+
» *Rotomagensis* d'Orb. . . .	r.		r.			+
» *semiornata* d'Orb	c.		a. c.	a. r.		c.
» *semisulcata*, d'Orb.	r.			a. r.		+
» *simplex* d'Orb	c.		?			+
» *tecta* d'Orb	t. r.					+
» *sp.* (with pitted grooves). . .	a. c.					
Lithodomus ragosus d'Orb. . . .	c.		?	c.		+
Lucina Turoniensis (?) d'Orb. . . .	r.	r.				+

	DEVON: Couches A, B	DEVON: Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S d'Angleterre	Cénomanien N.-O. de France
Modiola dicaricata d'Orb	r.					+
» *capitata* (?) Zittel	r.					
» *Guerangeri* d'Orb.	r.					+
» *lineata* Sow.	c.	r.		a. c.		+
» *Ligeriensis* d'Orb.	r.					+
» *striatocostata* d'Orb	r.					+
» (? *genus*) *arcacea* Gein.	r.					
» » *irregularis* Gein.	t. r.					
Opis sp. »	a. r.			a. c.		
Ostrea carinata Sow (*frons*, Park).	a. r.		a. c.	a. c.	a. c.	c.
» *hippopodium* Nilss.	r.					c.
» *diluviana* Linn.	a. c.					c.
» *vesicularis* Sow.	a. c.		a. c	a. c.	t. c.	c.
Pecten asper Lam.	t. c.		c.	a. c.		c.
» *acuminatus* Gein.	r.					
» *elongatus* (?) Lam.	?		c.		c.	+
» *Galliennei* d'Orb.	c.		c			c.
» *orbicularis* Sow.	a. r.		c.	r.	c.	c.
» *Puzosianus* d'Orb.	c.		r.			c.
» *Passyi* d'Arch.	r.					
» *Rotomagensis* d'Orb.	r.					+
» *subacutus* d'Orb.	a. r.					+
» *subinterstriatus* d'Arch.	a. c.					
» (*Janira*) *æquicostata* Lam.	a c		r.			c.
» » *decemcostata* Munst	t. r.					
» » *phaseola* Lam.	r.					+
» » *quinquecostata* Sow.	c.	a. r.	c.	a. r.	c.	c.
Pectunculus lens Nilss.	a. r.				?	
Pholadomya æquivalvis Goldf.	r.					
Plicatula inflata Sow.		a. c.	a. c.	a. c.	t. c.	c.
Solen æqualis d'Orb	t. r.					+
Spondylus Dutempleanus d'Orb.	a. r.		a. r.		r.	+
» *Omalii* d'Arch (ou *latus*)	a. r.		?		c.	
» *striatus* Sow.	c.		c.		c.	a. c.

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O de France
Thetis Sowerbyi (?) Reuss.	r.					+
Trigonia affinis Sow..	a. r.			a. r.		+
» *costigera* Lyc	r.					
» *crenulata* Lam.	r.					+
» *crenulifera* Lyc.	c.			r.		
» *debilis* Lyc..	r.					
» *dunscombensis* Lyc (*sinuata* d'Orb.). . . .	a. c.					+
» *Meyeri* Lyc.	r.			r.		
» *pennata* Sow..	a. r.					
» *scabra* Lam.	r.					+
» *sulcataria* Lam	a. r.					+
» *Vicaryana* Lyc (*spinosa* d'Orb.).	t. c.			c.		+
Unicardium Ringmeriense Mant.	r.	r.		c.		
Venus Goldfussi Gein.	r.					
GASTEROPODA						
Aporrhais (*Rostellaria*) *Mailleana* d'Orb.	a. r.					+
Acellana cassis d'Orb.	c.	r.		c.		c.
» *Prevosti* d'Arch.		a. r.				
Columbellina sp.	a. r.			a. c.		
Emarginula Meyeri Gard.	r.					
Fusus sp.	c.		?	c.	c.	
Natica gaultina d'Orb.	a. r.			a. c.	c.	+
» *sp.*	r.					
Neritopsis sp.	r.					
Nerinæa sp.	r.			r.		
Pleurotomaria Cassisiana d'Orb.	+					+
» *Mailleana* d'Orb..	+					+
» *Rhodani* (?) P. & Rx.		c.	r.	c.	c.	+
» *sp. 1*	c.			diverses espèces		
» *sp. 2.*	+					
» *sp. 3*	+					

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N O. de France
Pterodonta (plusieurs espèces) . .	a. c.			+		
Solarium ornatum Sow.	r.		r	a. c.	?	
» *Thirrianum* (?) d'Arch.	r.					
Trochus girondinus d'Orb. . . .	r.			diverses espèces	diverses espèces	+
» *sp* (*cf. cirrus* Woodw.).	+					
» *sp*	+					
Turbo Guerangeri d'Orb	+					+
» (6 autres espèces)	+					
Turritella bauga d'Orb.	r.					+
» *sp*	r.					
Voluta Guerangeri d'Orb.	r					+
CEPHALOPODA						
Ammonites Austeni Sharpe. . . .	t. r.				a. r.	r.
» *complanatus* Mant . .	t. r.		t. r.		r.	r.
» *curvatus* Mant	a. c.		a. r.	r.	r.	a. r.
» *euomphalus* Sharpe .	t. r.			r.		
» *falcatus*, Mant.	a. c.		a. r.	r.	r.	a. r.
» *Goupilianus*, d'Orb.. .	t. r.				t. r.	t. r.
» *hippocastanum* Sow .		c.		c.		
» *laticlavius* Sharpe . .	r.				r.	
» (?) *leptonema* Sharpe .		t. r.			t. r.	
» *Mantelli* Sow.	t. c.		r.	t. c.	t. c.	t. c.
» *navicularis* Sow. . .	c.		r.	t. c.	t. c.	t. c.
» *pentagonus* Jukes-Br..		t. r.				
» *planulatus* Sow . . .	r.	r.	t. r.	a. r.	r.	
» *obtectus* Sharpe . . .	t. r.			r.		
» *Renevieri* Sharpe. . .		t. r.			t. r.	r.
» *rotomagensis* Defr . .	r.	r.		t. c.	c.	c.
» *varians* Sow..	c.		a. r.	c.	t. c.	c.
» *var. Coupei* Brong. .	c.		a. r.	c.	t. c.	c.
» *Wiestii* Sharpe. . . .	t. r.			r.		
Belemnitella plena Blainv.. . . .		c.			c.	+

	DEVON. Couches A, B	DEVON. Couche C	Warminster Sable supérieur	Base de la Craie Somerset et Dorset	Lower Chalk S. d'Angleterre	Cénomanien N.-O de France
Belemnitella lanceolata Sow non Schlot.	r.				a. c.	
Hamites simplex (?) d'Orb	r.	r.			?	c.
Nautilus expansus Sow.	r.		a. r.	c.	r.	+
» *Fittoni* Sharpe	a. c.	a. r.		c.		
» *Fleuriausianus* d'Orb. . .	r.			a. r.		+
» *Deslongchampsianus* d'Orb.		r.		c.	c.	+
» *lævigatus* d'Orb.	c.			c.	c.	a. c.
» *Largilliertianus* d'Orb .	r.			a. r.	r.	a. r.
» *subradiatus* d'Orb.	a. r.		r.	a. r.	a. r.	+
Scaphites æqualis Sow.	r.	c.		t. c.	c.	c.
» » *var. obliquus* Sow.		a. c.		c.	c.	a. c.
Turrilites Bechei Sow.	r.	r.				
» *costatus* Lam	a. r.			c.	t. c.	c.
» *Gracesianus* d'Orb. . .	r.				r.	
» *Morrisii* Sharpe. . . .	r.		t. r.	r.	r.	
» *Scheuchzerianus* Bosc. .	r.				c.	c.
» *tuberculatus* Bosc. . .	a. c	r.		c.	c.	c.
» *Wiestii* ? Sharpe . . .	r.			c.	r.	
PISCES						
Lamna appendiculata (?) Ag. . .	c.	c.	a. c.	a. r.	c.	+
Oxyrhina Mantelli Ag.	a. r.		r.		a. c.	+
Ptychodus decurrens Ag	r.		t. r		c.	+
Scapanorhynchus sp.	r.					

Observations sur cette faune

Il y a toujours quelque incertitude à déterminer l'âge relatif d'une faune, par la seule supputation du nombre des espèces qu'elle présente en commun avec d'autres. Les causes d'erreur sont multiples ; on néglige de prendre en considération l'abondance relative des espèces et on oublie également que la distribution des espèces varie

dans l'espace aussi bien que dans le temps. La méthode n'acquiert donc quelque valeur que si l'on prend en compte ces causes de perturbation, et c'est ce que nous avons tenté dans ce mémoire.

Notre tableau donne une liste de 200 espèces ou variétés trouvées dans le Cénomanien des côtes du Devonshire connues déjà dans d'autres régions ; sur ce nombre 71 espèces, soit 35 % se retrouvent dans les couches de Warminster, quoique la faune de ces couches récemment révisée ait fourni 160 espèces. La couche de nodules située à la base de la craie du Somersetshire et du Dorsetshire a fourni 90 des espèces précitées soit 45 %, c'est-à-dire un nombre plus grand de formes communes ; il semblerait ainsi qu'on doive s'attendre à trouver un plus grand nombre d'espèces communes aux niveaux inférieurs, mais il n'en est pas ainsi pour la raison que la nature des sédiments a changé : la Lower Chalk est un sédiment différent des précédents. Quoiqu'il en soit, et malgré cette différence lithologique, on connaît 71 espèces communes entre le Cénomanien du Devonshire et le Lower Chalk du sud de l'Angleterre, en dehors de sa couche de base. L'interprétation brutale des chiffres amènerait à une appréciation erronée puisqu'on trouve le même nombre de formes communes entre la Lower Chalk et les couches de Warminster.

Il est cependant possible de se rendre compte, par la discussion rationnelle de ces chiffres, des relations réelles d'âge des faunes cénomaniennes du Devonshire avec celles de Warminster et celles de la Lower Chalk. Il y a un grand nombre d'espèces qui passent de l'Upper Greensand au lit noduleux de la base du Chalk Marl, et qui ne se retrouvent pas dans le Chalk Marl même ; quelques espèces du Devonshire inconnues à la fois dans l'Upper Greensand et dans le Chalk Marl ont été reconnues dans ce lit noduleux.

Ainsi 40 espèces de notre liste du Devonshire, trouvées dans ce lit, n'ont pas été revues dans le Chalk Marl. Si l'on ajoute ces 40 formes aux 71 signalées dans la couche supérieure, on obtient le total de 111 espèces pour la faune de la Lower Chalk, et c'est ce nombre qui doit être pris comme terme de comparaison des faunes. On constate alors que sur les 200 espèces de la liste du Devonshire, il y en a 111, soit 55 %, communes avec la Lower Chalk, tandis qu'il n'y en a que 71, soit 35 %, dans les couches de Warminster.

Les relations véritables de ces 3 niveaux ressortent encore avec plus de netteté, si on néglige les formes dont la répartition dépend essentiellement de la profondeur, pour concentrer son attention sur les seuls Céphalopodes. La faune du Devonshire a fourni 38 espèces distinctes de Céphalopodes, dont 11 sont connues dans les couches de Warminster, 25 dans la couche noduleuse, 29 dans la Lower Chalk, soit respectivement 29 %, 66 %, et 76 %. Si on réunit les formes des deux derniers niveaux, leur ensemble contient toutes les espèces de Céphalopodes du Cénomanien du Devonshire, à l'exception de trois : *Ammonites pentagonus*, espèce nouvelle représentée par un spécimen unique, *Hamites simplex* de détermination douteuse, et *Turrulites Bechei*, fossile rare, propre au Devonshire.

En somme les espèces les plus communes dans les coupes du Devonshire, telles que *Ammonites Mantelli*, *Am. navicularis*, *Am. varians*, *Am. coupei*, *Turrulites tuberculatus*, sont en même temps les plus répandues et les plus caractéristiques du Chalk Marl.

La discussion des faunes établit par conséquent que les espèces de la Lower Chalk sont réellement prédominantes dans la série cénomanienne du Devonshire ; l'abondance des Céphalopodes de la Chalk Marl dans cette série indique

que les lits A et B correspondent à la base de la Lower Chalk. Mais en même temps il faut reconnaître que ces couches du Devonshire, de composition sableuse, et remplies de survivants de l'époque du Greensand, se sont déposées dans des mers moins profondes que le Chalk Marl, malgré le synchronisme de leur formation.

Telles sont les relations de la faune cénomanienne si spéciale du Devonshire, avec les couches de la série anglaise normale ; il reste à chercher leurs relations avec la série française.

Et d'abord la présence dans l'Ouest de la France de 140 espèces, sur les 200 signalées dans le Devonshire, soit 70 %, suffit à établir entre ces formations un rapprochement intime. Nous croyons même qu'une connaissance plus approfondie de la faune cénomanienne de la Sarthe, nous permettrait de reconnaître entre ces régions un plus grand nombre d'espèces communes ; la preuve en est que déjà actuellement M. Meyer et nous, nous avons pu reconnaître dans le Devonshire 29 espèces de l'Orne et de la Sarthe (Lamellibranches et Gastéropodes), auparavant inconnues en Angleterre. Si on limite cette comparaison aux seuls Céphalopodes, on compte 24 espèces communes à ces deux faunes, proportion faible à première vue pour les 38 espèces du Devonshire. Cette proportion toutefois se modifie complètement si on note que la liste du Devonshire contient diverses espèces rares, propres à l'Angleterre, 6 notamment que l'on peut déduire des 38, ce qui laisse le rapport de 24 à 32 soit 75 °/°.

Nous sommes ainsi fondés à conclure que la série cénomanienne du Devonshire est extrêmement voisine du type si particulier, connu dans l'Orne et dans la Sarthe : ces dépôts ont été formés dans des conditions physiques et bathymétriques analogues, et présentent un même assemblage de fossiles.

La faune cénomanienne du Devonshire nous a encore fourni d'autres relations avec la série française ; elles offrent un intérêt particulier pour les membres de la Société Géologique du Nord, puisqu'elles ont trait à la dissémination d'espèces du tourtia du Nord. Nous y avons en effet reconnu la présence des formes suivantes du tourtia de Tournay et de Montignies-sur-Roc, *Codiopsis doma, Pyrina Desmoulinsii, Terebratula arenosa, Ter. capillata, Ter. tornacensis, Ter. Verneuili, Pecten Passyi, Pecten subinterstriatus, Astarte cyprinoïdes, Avellana Prevosti, Solarium Thirrianums*, qui à l'exception de *Ter. capillata* et *Ter. Tornacensis* n'avaient pas encore été signalées en Angleterre. Ainsi nous apportons un argument nouveau aux vues de d'Archiac, MM. Gosselet, Cornet et Briart, qui assimilaient le Tourtia aux grès du Maine. Nous signalerons à ce propos la présence de *Ter. Tornacennis* dans le Cénomanien de la Sarthe d'après des échantillons que nous devons à M. Bizet de Belléme où elle avait été confondne avec *Ter. biplicata* (Defr. non Sow.).

La conclusion naturelle de ces observations est de considérer le Cénomanien de la Sarthe, du Devonshire, et le Tourtia du Nord, comme des formations contemporaines datant de l'époque du Lower Chalk et non de l'époque du Upper Greensand : leurs caractères lithologiques aberrants, généralement sableux, leurs faunes propres doivent leur raison d'être à leur position géographique littorale sur les bords du bassin anglo-parisien. Ils se sont déposés sur les bords de la mer cénomanienne, dans des eaux relativement peu profondes, tandis que la Lower Chalk s'accumulait vers sa partie centrale, sous de plus grandes profondeurs.

Nombre des formes du Upper Greensand supérieur, notamment les Echinodermes et les Lamellibranches, ne trouvèrent plus un habitat favorable à leur développement

et disparurent dans les régions cénomaniennes qui s'affaissaient et où des dépôts de craie vinrent succéder aux formations du Greensand. Mais ces animaux chassés par l'établissement de ces conditions physiques nouvelles ne moururent pas tous ; beaucoup abandonnèrent ces régions devenues trop profondes et émigrèrent emportés par les eaux cénomaniennes qui envahissaient les régions occidentales ; ils y survécurent et on les y trouve mélangés aux représentants des faunes nouvelles.

M. **Charles Barrois** présente les observations suivantes :

Dans nos recherches, déjà anciennes, sur le terrain crétacé de la Grande-Bretagne, recherches qui ont été si brillamment reprises par divers savants anglais, parmi lesquels M. Jukes-Browne occupe une place d'honneur, nous avions proposé pour les couches cénomaniennes le classement suivant :

Cénomanien	Zône à Holaster subglobosus Zône du Chloritic marl	ancien Chalk marl.
	Zône à Pecten asper Zône à Ammonites inflatus	ancien Upper Greensand.

M. Jukes-Browne se basant sur des études habiles autant que consciencieuses, réunit notre zône à Pecten asper à la zône à Am. inflatus, et fait rentrer cet étage dans l'Albien. Nous ne voyons aucune objection de principe à ce classement nouveau établi sur les caractères des faunes et sommes tout disposés à nous y rallier. Mais comme toutefois la zône à Am. inflatus contient de l'aveu unanime, des fossiles cénomaniens, et que la zône à Pecten asper en contient un plus grand nombre encore, le progrès des études nous paraît fatalement destiné à amener de nouvelles fluctuations dans ce groupement,

suivant les localités, les percentages des nouvelles listes et les interprétations parfois un peu subjectives des faunes.

Dans le Sud de l'Angleterre, la limite entre la zône à Pecten asper et le Chloritic marl est remarquablement nette ; et c'est à juste titre, croyons-nous, que M. Jukes-Browne insiste sur l'importance de cette division que ses travaux ont si bien mis en lumière. Nous sommes moins préparés à suivre cette division au Sud de la Manche, où les couches à *Pecten asper* nous paraissent se relier davantage à la série supérieure, à titre de formation plus littorale.

M. Gosselet présente les observations suivantes :

Le travail que nous envoie M. Jukes Brown ramène avec beaucoup d'à propos notre attention sur le Cénomanien du Nord que nous négligeons trop.

Depuis plusieurs années déjà j'ai modifié dans mon enseignement la classification admise dans l'*Esquisse géologique du Nord de la France* (1) à la suite du mémoire magistral de M. Ch. Barrois (2). Actuellement, j'assimile comme âge les sables glauconifères à *Pecten asper* de l'arrondissement d'Avesnes à la marne à *Ammonites laticlavius* du Blanc-Nez, en les considérant comme des dépôts plus littoraux. Cette manière de voir est conforme à celle adoptée par M. Jukes Brown pour les rapports du Cénomanien du Devonshire avec la Lower Chalk. Elle fait disparaître une double lacune bien inexplicable, celle des sables à *Pecten asper* dans le Boulonais et des marnes à *Amm. laticlavius* sur les bords de la Sambre.

---

(1) P. 245 et suivantes.

(2) Ch. Barrois *Mém. sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines*. Ann. Soc. Géol. Nord V. p. 84.

Mais toutes les difficultés que présente le Cénomanien ne sont pas levées.

Sur les bords de la Sambre comme aux environs de Bavai, la couche à *Pecten asper* est recouverte directement par la marne à *Belemnites plenus*, sans intercalation de toute la craie que M. Jukes Brown désigne sous le nom de Lower Chalk et M. Ch. Barrois sous le nom de craie à *Holaster subglobosus*. Cependant il semble quelquefois y avoir passage d'une couche à l'autre et la marne à *Belemnites plenus* contient des fossiles qui caractérisent les sables glauconifères. On peut il est vrai supposer que ces fossiles sont remaniés bien que leur fragilité rende l'hypothèse difficile à admettre.

Faut-il adopter l'opinion de Jukes Brown, opinion que je professais il y a très longtemps (1) ? Dans le Devonshire on rencontre au-dessus des couches à *Pecten asper* (A et B), que M. Jukes Brown rapproche pour le caractère paléontologique de la base du Lower Chalk, une marne glauconieuse avec *Belemnites plenus* représentant la partie supérieure de la même assise. Entre les deux manque, comme sur la Sambre, la grande masse du Lower Chalk.

Or M. Jukes Brown dit que les couches cénomaniennes du Devonshire doivent leur faune propre à leur position géographique littorale sur les bords du bassin anglo-parisien. Elles se sont déposées sur les bords de la mer cénomanienne, tandis que le Lower Chalk s'accumulait vers sa partie centrale sous de plus grandes profondeurs (2).

Si cette hypothèse est vraie, on peut supposer que la marne à *Pecten asper* de la Sambre correspond à l'ensemble du Cénomanien du Boulonnais.

---

(1) Esquisse géologique du Nord de la France, 1re édition, Bull. sc. hist. et litt. du département du Nord, VI p. 241 1874.

(2) *Anté* p. 263.

Quant au tourtta de Montigny-sur-Roc et de Tournai, il paraît être une formation plus littorale encore, correspondant à la partie supérieure des couches à *Pecten asper*. C'est dans sa couche B du Devon que M. Jukes Brown a recueuilli le plus grand nombre des oursins qui le caractérisent.

N'oublions pas enfin que le sarrazin de Bellignies est aussi, comme l'ont démontré M. Barrois et M. Ladrière, une formation littorale plus ancienne que les sables glauconifères à *Pecten asper*.

Quant a la limite des étages dits Cénomaniens et Albiens (Gault), quand on voit deux géologues aussi éminents que M. Jukes Brown et M. Ch. Barrois, après avoir étudié la question sous toutes ses faces, arriver à des conclusions différentes, on est disposé à admettre que ces déterminations de limites ne doivent jouer qu'un faible rôle dans la science.

Sondages aux environs de Lille

Forage chez M. Léon Allart, industriel, à Roubaix

Altit. de	Profondeur		Épaisseur
24		Terre végétale.	1 50
	1 50	Sable mouvant	11
	12.50	Glaise	8.50
+ 3	21	Sable vert	26
	47	Glaise blanchâtre.	16
— 39	63	Marne grise avec silex . . .	7
	70	Marne blanche	4
	74	Dièves	15.50
	89.50	Calcaire gris dur.	1
— 66	90.50	Sable noirâtre.	0.80
	91.30	Calcaire gris (assez tendre) . .	8.65
	99.95	Calcaire tendre	10.05
	110	Calcaire noir (très tendre) . .	2.01

A 110m on a rencontré une fissure de 1m10

Excursion en Ardenne

FAITE DU 5 AU 13 AOUT 1895

par les élèves délégués de toutes le Facultés de France

sous la direction de

M. le Professeur GOSSELET

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille

(*Suite*)

DEUXIÈME PARTIE, PAR M. GRANGE

4e Journée (8 Août 1895)

Étude du terrain dévonien inférieur modifié par la pression, de Bogny à Charleville.

L'excursion arrivée le matin à la gare de Monthermé, s'engage sur la route de Levrezy.

On aperçoit bientôt de l'autre côté de la Meuse, l'assise de Bogny, formée de phyllades et de quartzites noirs.

Si on suit le bord sud de l'îlot cambrien, on le voit surmonté par le poudingue dévonien qui est toujours à peu près à la même hauteur, son altitude va en décroissant légèrement de l'est à l'ouest ; ce poudingue est très faiblement incliné sur l'assise de Bogny, il diffère de celui de Fépin par la plus grande teneur en mica des parties schisteuses, qui se trouvent entre les galets.

Traversant ensuite la Meuse, nous escaladons une partie du rocher qui se trouve au nord de Bogny, pour aller voir dans la cheminée, le contact des couches de Bogny avec le poudingue ; on y observe une légère discordance, entre le poudingue et le cambrien. Puis, toujours sur la montagne, nous nous dirigeons vers une carrière de l'assise de

Bogny. Nous y observons des quartzites et des schistes noirs, ces derniers remplis de paillettes brillantes qui sont constituées par de l'ottrélite, chloritoïde renfermant du fer et du manganèse.

A l'une des extrémités de la carrière, on voit le poudingue dont la pâte présente elle aussi de l'ottrélite. A quelques kilomètres de Bogny, à Linchamps, on observe également l'ottrelite dans la pâte du poudingue dévonien. Or dans ces deux points le chloritoïde est à l'état d'accident et se trouve dans la pâte sans aucune trace de stratification ; ceci éloigne déjà l'hypothèse du transport. En outre les schistes cambriens voisins qui ont formé la pâte n'en contiennent pas. Il faut donc admettre, que l'ottrélite s'est formé par métamorphisme. Ces deux gisements, Bogny et Linchamp, sont les deux seuls où il y a concordance du cambrien avec le dévonien, le métamorphisme par plissement n'a donc pas pu avoir lieu ; aucune roche éruptive (elles manquent dans le voisinage) n'a pu agir. Nous devons donc admettre que la concordance du poudingue avec le schiste ne s'est établie que postérieurement à la formation du premier, par un mouvement de pression du dévonien sur le cambien, pression qui a produit un énorme développement de chaleur ; c'est ainsi que l'ottrélite, dont les éléments préexistaient déjà dans la pâte, a pu se former.

Nous traversons de nouveau le pont de Bogny pour gagner la rive droite et, nous prenons la route de Lévrezy.

Un peu après le pont nous observons le long de la route une carrière de quarzites blancs de l'assise de Deville, présentant un pli anticlinal remarquable.

Un peu plus loin on peut observer le poudingue qui se termine par des grès et qui est recouvert par des schistes noirs remplaçant ici l'arkose et les schistes de Mon-

drepuits. Ce sont les phyllades de Lévrezy que nous observons sur la rive droite de la Meuse, en face du village de Braux; ces phyllades sont luisants et satinés, renferment du mica blanc et ne présentent pas ou presque pas de quartzites. Ils sont en outre fortement ondulés, quelquefois à angle très aigu, aussi arrive-t-il assez souvent que ces plis, dont la formation est due à une poussée venant du sud, se sont cassés et les éléments se sont pulvérisés ; il en est résulté au niveau de la cassure un chemin naturel que les eaux ont suivi. Emportant peu à peu les poussières résultant de la cassure, elles ont ainsi formé des fentes plus ou moins rapprochées les unes des autres et, pouvant parfois faire croire à une stratification différente de celle qui existe réellement. Certaines de ces fentes, ont été remplies par des eaux siliceuses, qui ont déposé des filons de quartz; comme d'autre part quelques filons se sont formés dans le même sens que la stratification, on a fréquemment des filons qui se coupent à angle plus ou moins aigu.

La montagne qui est au sud de Bogny et qui fait face à celle où nous avons observé le poudingue, est formée jusqu'à Braux par ces schistes de Lévrezy.

Continuant à longer la rive droite de la Meuse nous montons à une carrière située en face de Braux ; nous y trouvons des schistes et surtout des quartzophyllades noirâtres et micacés ; ces quartzophyllades présentent des bandes schisteuses noires et d'autres arénacées plus claires, on y trouve en outre des tâches oligisteuses arborisées, provenant de dendrites pyriteuses altérées, et, des filons de quartz contenant parfois d'assez jolis cristaux. Cette assise est celle des quartzophyllades de Braux, formant la partie supérieure de l'assise schisteuse de Lévrezy.

Nous descendons prendre le chemin de Joigny qui suit la ligne de chemin de fer ; nous trouvons les schistes

de Joigny, qui sont plissés satinés et bigarrés; ils présentent un fond violet ou bleu foncé avec panachures verdâtres, ils correspondent aux schistes d'Oignies, ce sont les mêmes que ceux du Mont Olympe sauf quelques petites différences.

Poursuivant notre route sur Joigny, nous rencontrons les schistes de Laforet qui correspondent à l'assise de Saint-Hubert; ces schistes sont verts ou vert jaunâtre, on y trouve également des psammites et des quartzites gris.

Un kilomètre plus loin nous voyons l'équivalent du grès d'Anor, représenté par une formation toute différente, les phyllades d'Alle, qui sont d'un noir brillant et, ont été exploités pour faire des ardoises. Comme fossiles, on y a trouvé des Astéries.

Nous sommes bientôt à Joigny, où nous déjeunons. Après dejeûner nous traversons la Meuse et nous voyons en face du village une carrière avec schistes bigarrés de Joigny.

Puis, on gravit une partie de la montagne qui est en face, pour aller prendre la route de Braux à Nouzon.

Nous remarquons que le plateau est recouvert par des alluvions de la Meuse et, nous dirigeant sur Nouzon, nous retrouvons bientôt les schistes de Joigny, puis plus loin, après avoir traversé les phyllades d'Alle, sans pouvoir les observer, la partie inférieure des schistes de Nouzon. Ce sont des schistes gris-jaunâtre avec filons de quartz et bancs de quartzites; ils sont sans fossiles.

Nous arrivons au pont de Nouzon, où quelques mètres au-dessus (rive gauche), nous observons des filons de quartz blanc au milieu de schistes verdâtres. Ce quartz est d'origine thermale, par conséquent bien postérieur aux schistes; si l'on examine attentivement certains de ces filons on s'aperçoit

que chacun est formé par l'agglomération des petits filonnets parallèles à la schistosité. Chacun de ces petits filons a été déposé par de l'eau qui circulait dans une zone fissurée verticale. L'eau pénétrait dans la roche par capillarité en suivant la schistosité.

Nous traversons le pont de Nouzon et remontons la Meuse sur la rive droite.

La tranchée qui est derrière la gare nous offre différents plis ; parmi ceux-ci, un bel anticlinal formé par des schistes et des quartzites avec filons de quartz.

Remontant le chemin qui suit la voie, nous entrons dans les schistes gris et les quartzophyllades du bois Gesly, avec bancs calcaires fossilifères : c'est l'équivalent de la grauwache de Montigny. Un peu plus loin nous trouvons une carrière entaillée dans des schistes plissés et présentant des ripple marks. Quelques mètres plus loin, une carrière montre un splendide anticlinal, formé par des quartzites bleus autour d'un noyau schisteux. Les quartzites sont exploités, tandis que le noyau ne l'étant pas, a été laissé au milieu de la carrière, qu'il divise en deux ; d'où le nom de carrière double qui lui a été donné.

Nous regagnons alors Nouzon, où nous prenons le train pourr entrer à Givet.

Leçon sur le parallélisme
des bassins de Dinant et de Charleville faite à Givet,
le 9 août au soir, par M. le professeur Gosselet

L'excursion d'aujourd'hui avait pour but de nous montrer les différences qui existent entre les deux bassins très voisins, celui de Dinant observé hier et celui de Charleville que nous venons de voir.

BASSIN DE DINANT

Gedinien	1° Poudingue de Fépin.
	2° Arkose d'Haybes.
	3° Schistes de Mondrepuits.
	4° Schistes d'Oignies.
	5° Schistes de Saint-Hubert.
Coblentzien	1° Grès d'Anor.
	2° Grauwacke de Montigny.

BASSIN DE CHARLEVILLE

Gedinien	1° Poudingue de Bogny.
	2° Phyllades de Levrezy { en bas. Phyl. de Levrezy / en haut. Quartzophyl. de Braux.
	4° Phyllades de Joigny.
	5° Phyllades de Laforest.
Coblentzien	1° Phyllades d'Alle et schistes de Nouzon.
	2° Quartzophyllades avec grès du bois Gesly.

L'élément schisteux, comme nous avons pu nous en rendre compte, domine dans le bassin de Charleville, tandis que c'est le grès dans celui de Dinant.

Dans le cours de l'excursion d'aujourd'hui, je vous ai indiqué à quelles assises du bassin de Dinant, correspondaient les diverses couches que nous avons rencontrées. Mais vous avez pu vous demander comment, devant des assises aussi différentes, on était parvenu à établir un parallélisme. C'est à Dumont que revient l'honneur de ce difficile travail. Les premiers temps où j'étudiais l'Ardenne, je crus, à cause des si grandes différences que présentent entre elles ces assises, que Dumont s'était trompé, je contrôlai ses observations et je vis qu'il avait raison.

L'analogie des deux poudingues ne fait aucun doute.

Si l'on suit à l'est les schistes de Mondrepuits et l'arkose d'Haybes, on rencontre la terminaison du grand massif de l'Ardenne au cap de Louette ; là, les schistes se chargent

de flammes noires, puis deviennent entièrement noirs, l'arkose diminue, puis disparaît, et le tout, est certainement remplacé par les schistes de Lévrezy.

L'analogie s'établit facilement entre les schistes de Joigny et d'Oignies, il en est de même pour les schistes de Laforêt et de Saint-Hubert.

Elle est plus difficile à concevoir entre les grès d'Anor et les phyllades d'Alle, qui paraissent différents, non-seulement au point de vue pétrographique, mais encore par la faune ; en effet on trouve dans le grès d'Anor, des lamellibranches, des brachiopodes, quelques-uns comme les *Rensselaeria* tout à fait localisés dans cette zone ; tandis que dans les schistes d'Alle on avait trouvé il y a peu de temps encore que des Asteries. On assimilait donc ces schistes aux grès d'Anor, par la stratigraphie. Mais M. Jannel a trouvé entre Joigny et Nouzon à la partie supérieure des phyllades noirs de petits îlots de grès blanc rosé, contenant, la faune d'Anor. La preuve paléontologique était donc trouvée et ces schistes correspondent bien au grès d'Anor.

Au-dessus viennent les schistes de Nouzon, dont on ne sait que faire. Si on avance vers l'est, ils disparaissent et sont remplacés par les phyllades d'Alle, dont ils seraient la partie supérieure. On y trouve cependant des fossiles, qui les rapprochent de la grauwacke de Montigny sur Meuse.

Les quartzophyllades du bois Gesly, correspondent à la grauwacke de Montigny ; les fossiles qui ont été recueillis par Jannel ne laissent aucun doute.

D'une manière générale les couches du bassin de Charleville sont plus métamorphisées que celles du bassin de Dinant ; ceci est dû à une pression énergique venant du Sud, qui les comprimait contre le massif cambrien de Rocroi. C'est ce qui leur a donné leur structure phylladique, les a plissées et cassées.

Le cambrien du massif de Rocroi, se termine en pointe vers l'est. Les diverses couches dévoniennes qui l'entourent dans le mouvement de pression venant du sud, se sont repliées sur elles-mêmes en formant une sorte de longue queue, si bien que lorsque marchant vers l'est dans l'axe du pli nous arrivons aux schistes de St-Hubert, nous sommes loin du massif cambrien.

Cette assise de St-Hubert, nous montre plusieurs faciès différents, produits par les conditions différentes de leur dépôt et de la pression qu'elles ont subie postérieurement. Si nous les suivons vers l'E., à 20 kilom. de la Meuse, nous les voyons se modifier, devenir plus grossiers et nous y voyons apparaître de l'aimant ; ce sont les schistes amiantifères de Paliseul. Plus à l'est, les schistes sont moins grossiers, ils sont chargés de biotite (schistes biotitifères de Bertrix). Plus loin encore la biotite disparaît, les schistes deviennent grisâtres, il n'y a plus de minéraux, ils sont très tendres ; ce sont les schistes de Sainte-Marie. Ils se rechargent enfin de paillettes brillantes (schistes ilménitifères de Bastogne), qui sont de l'ilménite, sesquioxyde de fer chargé de titane; on ne peut les reconnaître des paillettes de biotite sans le secours du microscope.

Les couches du bassin de Charleville, analogues comme âge à celles de Dinant, mais différentes comme aspect, doivent donc en grande partie ces différences au métamorphisme produit par la chaleur, résultant de la pression venant du Sud.

5e journée (9 août)

Étude de la série dévonienne (suite)

N'ayant pu terminer l'étude de la série dévovienne inférieure de Fumay à Vireux, dans l'excursion du 7, nous arrivons le matin de Givet à Vireux; nous prenons la route de Vireux à Fépin, que nous suivons pendant 3 kilomètres environ.

Nous nous trouvons bientôt devant des carrières formées par la grauwacke et les grès de Montigny qui fournissent d'abondants fossiles : *Homalonotus* (tête), *Spirifer paradoxus*, *Orthis circularis*, *Chonetes pleibeia*, *Leptæna Murchisoni*, *Rhynchonella daleidensis*, *Pleurodyctium problematicum*, etc...

Puis nous regagnons Vireux par la même route, et, nous arrivons bientôt à l'assise du grès de Vireux. C'est un grès quartzeux et pyriteux, gris ou vert noirâtre ; il est très dur, employé pour la fabrication des pavés, et, formé par des grains fins, soudés par un ciment siliceux.

Plus loin, nous voyons les schistes rouges de Burnot, dont les couches plongent vers le Nord ; sur la rive droite de la Meuse en face de Vireux, elles deviennent horizontales, puis se révèlent, formant ainsi un petit bassin, à l'extrémité duquel on voit réapparaître le grès de Vireux, dont on peut observer une voûte uniclinale dans une tranchée après la gare de Vireux.

De là nous prenons la route de Vireux à Mazée, à l'entrée de laquelle nous allons rencontrer les couches supérieures du Coblentzien et d'Eifélien.

Nous observons d'abord l'assise des schistes et grès de Burnot sans fossiles, essentiellement caractérisée par des schistes et des grès lie de vin ; on y a trouvé des empreintes rapportées à des médusoides et, surtout des traces de pluie, des effets de desséchement et des ripple-marks.

En suivant la route, nous voyons bientôt l'assise inférieure de la grauwacke d'Hierges, à *Spirifer arduenneusis* ; c'est une grauwacke brunâtre avec grès siliceux. On y trouve d'abondants fossiles, parmi lesquels : *Spirifer arduenneusis*, *Athyris undata*, *Athyris concentrica*, *Leptæna depressa*, *Chonetes dilatata*, *Pleurodictyum problematicum*, etc...

Puis vient l'Eifélien représenté par l'assise calcaire de Couvin surmontée bientôt par les schistes à *Calceola saudalina ;* ces schistes sont argileux, gris jaunâtre, contenant quelques nodules calcaires, on y trouve de nombreux fossiles : *Calceola sandalina, Phacops latifrons, Spirifer speciosus, Athyris concentrica, Orthis,* etc...

Prenant ensuite un chemin qui va de la route à Molhain, nous allons observer la couche supérieure de la grauwacke d'Hierges (Couche à *Spirifer cultrijugatus).*

Nous rentrons alors à Givet et après dîner, nous allons étudier le Givetien et le Frasnien, qui s'étendent soit en face de la ville sur la rive droite de la Meuse, soit au sud-ouest sous la citadelle de Charlemont, vers laquelle nous nous dirigeons.

Les couches plongent d'un côté au Nord, de l'autre au Sud, par suite d'une faille.

Sous la citadelle du côté Est on trouve des bancs assez épais d'un calcaire, qui avait d'abord été rapportée au Givetien, mais que l'on range maintenant dans la zone supérieure du Frasnien à cause de la présence du *Spirifer Verneuili.*

Les schistes commencent par la zone des monstres, à fossiles de grande taille, on y trouve : *Spirifer Orbelianus,* Sp. *Verneuili, Orthis striatula, Atrypa reticularis.*

Puis viennent les schistes à Receptaculites *(Receptaculites Neptuni),* au-dessus desquels viennent des schistes, avec noyaux calcaires, dans lesquels on trouve des *Camarophoria formosa ;* puis une masse calcaire suivie d'une nouvelle masse de schistes contenant des *Camarophoria mégistana.*

Enfin, sous le fort Condé s'observent des schistes à *Rhynchonella cuboïdes ;* dans ces schistes sont intercalées de grosses masses calcaires rouges à *Stromatactis ;* ce sont des calcaires construits dans lesquels on trouve également *Rhynchonella cuboïdes.*

Nous montons alors sur le plateau d'Asfeld, où nous trouvons des blocs de grès très dur, appartenant au tertiaire, et, correspondant à l'époque des sables de Bracheux. Ces blocs présentent des perforations dues à des racines, et, produites avant la solidification.

Nous voyons également à la partie ouest du plateau, les couches supérieures du Givetien, et, nous récoltons d'abondants *Cyathophyllum* et *Favosites*, parmi lesquels d'énormes *Cyathophyllum quadrigeminum*.

Nous descendons ensuite dans les carrières des Trois Fontaines, formées par les couches inférieures du Givetien ; ce sont ces carrières qui fournissent le calcaire de Givet, calcaire gris noir produisant d'excellents matériaux de construction, très activement exploitées. Les fossiles y sont abondants, mais il est presque impossible de les extraire, nous récoltons quelques coupes de *Stringocephalus Burtini*, et, un maître carrier nous montre deux splendides échantillons de *Murchisonia* provenant d'un bloc altéré.

Nous remontons quelques mètres la route de Givet à Vireux et nous voyons le contact du Givetien avec les schistes à calcéoles ; toutes ces couches plongent vers le sud.

En rentrant à Givet, nous voyons avant d'arriver à la porte de France, la faille, qui explique l'inclinaison soit au nord, soit au sud, des couches que nous venons d'observer. Cette faille est un pli brisé, car les roches en regard appartiennent aux mêmes couches, en outre elle n'est pas rectiligne, mais décrit des escaliers, de telle sorte que sur une coupe, à la jonction des deux levées, on aurait l'aspect d'un T.

Nous rentrons à Givet et en ressortons bientôt par la route de Beauraing.

Au-dessous du fortin des Vignes nous trouvons les schistes de Frasne avec nodules argilo-calcaires et quelques fossiles ; *Camarophoria megistana*, *Spirifer nudus*, *Sp. euryglossus* ; puis viennent les schistes noirs de Matagne à *Cardium palmatum*, qui constituent la partie supérieure du Frasnien.

Un peu plus haut, nous avons le commencement du Famenien représenté par des schistes verdâtres, contenant : *Spirifer Verneuili*, *Cyrtia Murchisoniana*, *Rhynchonella Omaliusi*, etc.

Nous rentrons alors à Givet.

6e Journée (10 Août).

Étude des calcaires construits devoniens et carbonifères.

Départ le matin de Givet par la route de Philippeville, que nous suivons jusqu'à la tranchée occupée autrefois par la ligne qui joignait Romedenne à Romerée.

Le long de la route, nous examinons l'aspect de la Fagne, pays plat, recouvert d'un bois pauvre, çà et là quelques moissons plus maigres encore ; le sol est schisteux.

Dans la tranchée nous trouvons des schistes vert noirâtre à fine texture et peu durs, renfermant de petites bandes calcaires formées par une véritable lumachelle, aussi les fossiles abondent-ils dans ce gisement ; on y trouve : *Spirifer Verneuili*, *Cyrtia Murchisoniana*, *Rhynchonella Omaliusi*, *Camarophoria crenulata*, etc., etc. Après avoir fait une abondante récolte de fossiles nous remontons en voiture, pour nous diriger vers les grandes carrières qui sont au sud de Vodelée. Situées dans une voûte anticlinale dont l'axe est formé par du calcaire givetien, elles sont creusées dans un calcaire rouge construit par des Stromatopoïdes, qui se détachent en blanc. C'est la

carrière Hannekinne que nous visitons. Le calcaire a plus de 80 mètres d'épaisseur et ne présente pas de trace de stratification, le marbre est gris à la partie sud, et, d'autant plus rouge que l'on se trouve plus au nord.

Cette masse n'est pas entièrement compacte ; à la partie supérieure, on voit des schistes à *Acervularia* surmontés de schistes à *Spirifer Verneuili*, *Atrypa reticularis* et encrines alternant avec des calcaires rouges également à encrines. Le calcaire à *Stromatactis* est en dessous.

Ce calcaire forme un très beau marbre rouge avec veines blanches ; aussi toutes ces carrières sont le siège d'une exploitation très active ; nous devons ajouter que les blocs sont extraits non à la poudre, mais au ciseau et au fil d'acier.

Nous revenons à Givet par la même route; arrivés à la chapelle de Walcourt, nous voyons au-dessous de la route les schistes à *Cardium palmatum* et au-dessus les schistes à *Rhynconella Omaliusi*.

Nous rentrons à Givet et prenons le train pour Hastières.

Après le déjeûner, nous suivons la route de Waulsort sur la rive gauche de la Meuse.

Nous voyons d'abord la partie supérieure du famennien représentée par les psammites du Condroz, qui sont accompagnées de schistes et de grès, puis nous arrivons au carbonifère.

Il commence par le calcaire schistoïde d'Etrœungt, bientôt suivi du calcaire carbonifère à encrines de l'assise de Tournai ; ce calcaire dit Petit-Granite, est exploité comme matériaux de construction.

Suivant la ligne du chemin de fer, nous observons le calcaire carbonifère construit ; calcaire massif sans stratification, de couleur blanc sale, formé par des Stromatoporoïdes, qui sont bien moins visibles que ceux des calcaires construits dévoniens : il renferme le *Spirifer cuspidatus*

caractéristique du Waulsortien. Ces calcaires sont parfois en grande partie dolomitisés ; les organismes sont plus visibles, apparaissant alors en couleur différente.

En continuant à suivre la vallée de la Meuse, on observe un pli avec cassures, dont la corniche est formée de calcaire construit.

Avant d'arriver à Waulsort nous voyons la dolomie reposer sur le calcaire construit ; puis M. Gosselet nous montre sous la girouette placée en face du village de Freyr le calcaire carbonifère supérieur formant le Viséen, il nous fait en même temps remarquer que le calcaire carbonifère construit disparaît en allant au Nord, et, que la dolomie reposera, sur le calcaire à encrines.

Nous prenons le train pour Namur.

A notre arrivée nous nous dirigeons vers la citadelle, où nous nous trouvons à la partie nord du bassin de Namur. L'extrémité nord-ouest de la citadelle est construite sur du calcaire carbonifère plongeant au Sud, tandis que la partie sud-est est sur le terrain houiller inférieur formé par des psammites et des schistes à *Productus carbonarius*.

La houille exploitée à Namur provient donc du houiller inférieur ; mais ce qui est plus remarquable c'est que les deux veines exploitées, la veine du Château et la veine du charbonnage de la Plante, toutes deux fortement inclinées vers le sud appartiennent à la même couche ; en effet, si l'on suit dans cette direction la rive droite de la vallée de la Meuse, deux kilomètres environ après être sorti de la ville, on ne tarde pas à voir de nouveau le calcaire carbonifère, renversé au-dessus du houiller inférieur. Il y a donc un bassin uniclinal qui a ramené au sud les couches du Nord.

Nous rentrons ensuite à Namur.

7e Journée (11 Août)

Métamorphisme dynamique

Départ de Namur pour Libramont.

En face de la gare de Libramont nous voyons des schistes très altérés appartenant à l'assise de Saint-Hubert.

Nous sommes en effet sur l'extrémité du massif cambrien de l'Ardenne. Il formait au début du dévonien une pointe qui n'a été recouverte que pendant le Gedinien, d'abord par un poudingue, puis par une arkose comparable à celle d'Haybes mais d'âge postérieur, puis en dernier lieu par des schistes verdâtres sans cristaux, analogues à ceux de Saint-Hubert et renfermant des grès verts stratoïdes ressemblant beaucoup à ceux que nous avons vus antérieurement au rocher de la Gate.

Nous sommes dans le bassin de Charleville et les couches plongent au Sud.

Nous suivons la voie du Chemin de fer de Libramont à Bruxelles, jusqu'au-dessus de Serpont. Nous voyons les schistes de Saint-Hubert devenir de plus en plus compacts, et, arrivés dans la tranchée, située au-dessus de Serpont, nous nous trouvons en présence d'une roche ayant l'aspect d'une roche éruptive, et, qui n'est autre que la Cornéite, roche noirâtre, très dure, riche en mica noir, ayant de nombreux passages avec les schistes qui lui ont donné naissance. Cette roche a été certainement formée par les schistes de Saint-Hubert que nous avons suivis le long de la voie. Sous l'influence d'une poussée venant du sud, l'écrasement de ces couches contre l'îlot cambrien de Serpont, qui se trouvait au nord, a développé une énorme quantité de chaleur, qui les a métamorphisées.

Nous rentrons alors à Libramont, et, après déjeûner, nous prenons la route de Séviscourt. Nous voyons

tout d'abord des grès blancs qui appartiennent encore à l'assise de Saint-Hubert et qui à 3 ou 4 kilomètres de nous se chargent de grenats.

Prenant ensuite un sentier à gauche, près de la borne 4, nous trouvons des blocs d'arkose, semblable à celle de Bras et constituant l'assise la plus inférieure du Devonien de ce pays.

Au-dessous, les couches plongent au sud et en nous dirigeant au nord, nous trouvons les schistes cambriens pétris d'ottrélite et correspondant à l'assise de Bogny.

Du haut du massif de Serpont, nous apercevons au loin, au nord, un autre îlot cambrien constituant les Hautes-Fanges. Puis, à quelques centaines de mètres, nous traversons des schistes verts chloriteux remplis de cristaux d'ottrélite, dont quelques-uns sont de très grande taille. Continuant toujours nous trouvons de nouveau l'arkose dévonienne et les schistes cambriens toujours ottrélitifères.

Aucune roche éruptive ne se trouve dans le voisinage; il a fallu pour métamorphiser ces schistes de Saint-Hubert et donner naissance aux beaux cristaux d'ottrélite qu'ils renferment, une source de chaleur provenant de pressions ou de frottements. On invoque en effet, ici, une pression qui aurait comprimé ces schistes dévoniens dans une faille entre deux massifs cambriens.

Nous rentrons à Libramont par la route, après avoir fait le tour du château de Seviscourt; là, plus heureux que dans le sentier que nous avons suivi en partant et, où nous n'avions trouvé que de rares blocs de schistes à gros cristaux d'ottrélite, nous en rencontrons de nombreux sur un tas de pierres, ce qui permet à chacun d'en faire une abondante récolte.

De là nous gagnons la gare.

Durant le trajet de Libramont à Namur M. Gosselet nous fait successivement remarquer :

La tranchée de l'ilot de Serpont dans laquelle nous avons vu la cornéite.

A Poix les schistes bigarrés d'Oignies, constituant une voûte uniclinale vers le Sud, puis les schistes de Saint-Hubert.

Le grès d'Anor, sous le château de Miroir ; les grès de Vireux, le poudingue de Burnot et, à Grupont la grauwacke d'Hierges, qui après la station forme avec les schistes rouges une série de voûtes successives.

Les schistes à calcéoles se montrent vers la station de Jemelle, puis le calcaire de Givet. Enfin nous traversons la Fagne et arrivons à Namur.

Troisième partie, par M. Roux.

Journée du 12 Août

Visite au Muséum de Bruxelles

sous la direction

de MM. Dupont, directeur et Dollo, conservateur.

Après un exposé général fait par M. Dupont sur la découverte des Iguanodons de Bernissart, M. Dollo, en nous montrant les richesses paléontologiques du Musée, nous a longuement expliqué les caractères anatomiques et zoologiques des principaux animaux dont la restauration lui est en grande partie due.

A. Salle de Bernissart ou Salle des Iguanodons. — Les Iguanodons sont des reptiles Dinosauriens qui ont apparu dès le Jurassique supérieur pour disparaître vers la fin du Crétacé. Ils sont surtout abondants à la base du Crétacé (Wealdien). L'histoire des Iguanodons dont, seul au monde, le Muséum de Bruxelles possède des spécimens complets, comprend, d'après M. Dollo, les quatre phases suivantes :

1. *Phase Mantellienne.* — En 1822, Gédéon Mantell découvre dans le Wealdien d'Angleterre des dents appartenant, d'après lui, à un Iguane gigantesque, d'où le nom d'Iguanodon Mantelli qui fut donné à ces restes fossiles.

2. *Phase Owenienne.* — En 1840, on trouve des restes d'Iguanodon plus nombreux et mieux conservés. Owen les étudie et essaie de démontrer les rapports de l'Iguanodon avec les Mammifères.

3. *Phase Huxleyenne.* — Plus tard, Huxley reprend l'étude de l'Iguanodon, et reconnaît les erreurs commises par Owen : il démontre les relations de l'Iguanodon avec les Oiseaux et l'éloigne des Mammifères. En 1865, il affirme la station debout et la marche bipède de l'Iguanodon.

4. *Phase Bernissartienne* (1). — Enfin, en 1878, M. de Pauw retire du Wealdien qui recouvre le terrain houiller à Bernissart, près Tournay, les débris de vingt-neuf squelettes d'Iguanodon, appartenant pour la plupart à une nouvelle espèce, *Iguanodon Bernissartensis*, de taille plus forte que J. Mantelli.

On peut admirer, au Museum de Bruxelles, cinq squelettes de ces animaux, complets et montés, et un autre qui, sur les ordres de M. Dupont, a été laissé tel qu'il a été trouvé, dans la position couchée qu'il occupait au moment de sa mort.

La découverte de 1878 offre un double intérêt : le nombre considérable de squelettes dont beaucoup sont complets, et leur bon état de conservation, dû sans doute à ce que ces animaux ont été recouverts avant complète décomposition.

---

(1) M. Dollo, trop modeste, eût dû qualifier cette quatrième phase du titre de Dolloenne, puisque c'est lui qui a étudié et reconstitué les Ignanodons de Bernissart.

Aujourd'hui donc les Iguanodons sont connus dans tous leurs détails, grâce surtout aux savantes études de M. Dollo.

L'*Iguanodon Bernissartensis* atteint 9m50 de longueur totale, dont 4m50 pour la tête, le cou et le tronc, et 5m pour la queue.

Tête. — La tête est allongée et se termine par une sorte de bec qui devait être recouvert de corne. Elle possède 92 dents.

Ces dents sont caractéristiques : elles sont comprimées en forme de spatule, présentent des ondulations longitudinales, et leurs bords sont denticulés. Elles ressemblent aux dents des vrais Iguanes, qui sont des Lacertiens, et sont conformées pour couper et triturer les végétaux. Il n'y a pas de dents sur les prémaxillaires.

Colonne vertébrale. — Le rachis de l'Iguanodon comprend 81 vertèbres, dont 10 cervicales opisthocœliques, 17 dorso-lombaires biplanes, 6 sacrées soudées entre elles et 48 caudales légèrement biconcaves. Les apophyses épineuses sont bien développées et sont reliées entre elles par des tendons ossifiés croisés dont on retrouve les analogues chez l'Aptérix actuel.

Ceinture scapulaire. — Elle comprend une omoplate et coracoïde ; il n'y a pas de clavicule comme chez beaucoup d'autres reptiles, (caméléons, etc.). Le sternum est pair, c'est-à-dire formé de deux moitiés gauche et droite.

Membres antérieurs. — Les pattes de devant sont relativement courtes. La main possède cinq doigts : l'auriculaire a quatre phalanges ; l'index, le majeur et l'annulaire, trois ; le pouce est rudimentaire et constitue une sorte d'éperon servant sans doute à l'animal d'arme défensive.

Ceinture pelvienne. — Il n'y a pas de symphyse pubienne ; l'ischion et le pubis sont allongés ; l'illium possède aussi un long prolongement en avant de l'acétabulum.

Membres postérieurs. — Ils sont énormes : Le fémur est très long : il possède une apophyse puissante (comme chez les Palmipèdes, où elle sert de point d'insertion au muscle caudo-fémoral, qui produit les mouvements latéraux de la queue ; un autre, l'ischio-fémoral, s'insère aussi sur la crête de cette apophyse). Cette disposition devait exister aussi chez l'Iguanodon, dont la queue est très puissante.

En réalité, cette apophyse du fémur n'a rien de commun avec le 3° trochanter des Mammifères ; M. Dollo l'appelle le 4° trochanter et la crête qui la surmonte crête épitrochantérienne. Les caractères qui rapprochent l'Iguanodon des Oiseaux sont assez nombreux :

1° L'allongement de l'ischion et du pubis en arrière de l'acétabulum ;

2° Le prolongement préacétabulaire de l'ilium ;

3° La ressemblance du fémur avec celui des Oiseaux et notamment des Palmipèdes ;

4° Chez les Oiseaux, le péroné osseux ne s'articule pas avec le torse, car il se termine en pointe ; or, chez l'Iguanodon, le tibia est, pour ainsi dire, en train de pousser le péroné hors de l'articulation et ne lui laisse plus qu'une très petite surface articulaire avec le calcaneum ;

5° L'articulation de la jambe sur le pied est, comme chez les Oiseaux, intertarsienne ; l'astragale et le calcaneum commencent à se souder aux os de la jambe ;

6° Le pied ressemble à un pied d'Oiseau, ex. Nandou : le 1er et le 5me orteils sont à peu près absents ; les trois orteils bien développés sont formés de 3, 4, 5 phalanges dont les unguéales devaient porter des sabots ou des griffes énormes.

Ainsi, l'Iguanodon n'est pas seulement digne d'attention par sa grande taille, mais aussi et surtout par les particularités de sa structure anatomique.

L'Iguanodon se tenait debout sur ses pattes de derrière qui, seules, servaient à la marche. Les recherches de M. Dollo sont décisives à cet égard : les empreintes de pieds qui ont été trouvées, s'adaptent toutes au membre postérieur, aucune au membre antérieur ; les pattes postérieures sont, d'ailleurs, bien plus développées que les antérieures ; en outre, le poids énorme de la queue avait pour conséquence, l'articulation du fémur au bassin servant de pivot, de relever la partie antérieure du corps, d'autant plus que les apophyses épineuses des vertèbres sont réunies en un axe rigide par des tendons ossifiés entre-croisés ; enfin, il existait un fort muscle caudo-fémoral qui, par sa contraction bilatérale, contribuait encore à produire la station debout.

Il est certain aussi, étant donné la constitution du fémur et la position du grand trochanter, que l'Iguanodon ne pouvait comme le font les Crocodiliens, placer la cuisse obliquement ou perpendiculairement au plan médian du corps, ce qui est le cas général chez les Reptiles à marche quadrupède.

La station debout permettait à l'animal d'atteindre les feuilles des végétaux élevés et aussi d'observer de loin ses ennemis carnassiers. Ses pattes de devant lui servaient à la fois d'instrument préhensif et d'arme défensive. Mais l'Iguanodon était amphibie, ainsi que le montrent les traces de palmures observées sur certaines empreintes. Sa queue lui servait de balancier.

D'après M. Dupont, le gisement de Bernissart si riche en Iguanodons a un caractère fluvial indiscutable : on y trouve une multitude de poissons, des Fougères de petite taille, etc.

Il devait exister là une vallée très encaissée parcourue par un cours d'eau poissonneux bordé de marécages favorables au régime herbivore des Iguanodons.

C'est sans doute par l'effet d'une crue intense et subite de ce fleuve que les Iguanodons de Bernissart ont été enfouis.

Voici (p. 290), d'après M. Dollo, la position de l'Iguanodon dans l'arbre généalogique des Reptiles :

Le gisement de Bernissart, outre les Iguanodons, a fourni beaucoup d'autres restes de vertébrés. Voici les principaux :

Chéloniens. — Deux espèces de petite taille.

Paltochelys Duchastelii

Chitracephalus Dumonii. Cette dernière est un chélonien pleurodère, donc à cou flexible latéralement.

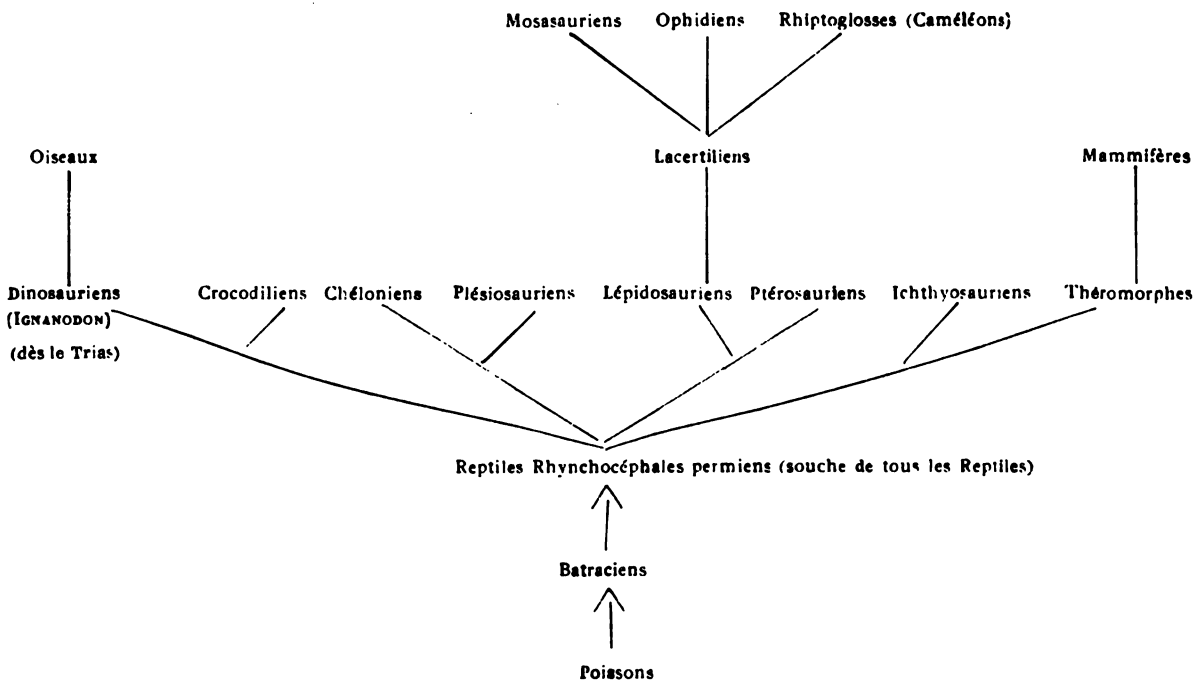
Crocodiliens. — *Goniopholis simus.* Ce crocodile, long de deux mètres, devait être amphibie plutôt qu'aquatique. Il possède une armure osseuse protectrice formée de deux rangées de plaques dorsales, avec des plaques ventrales non imbriquées.

Bernissartia Fagesi. Longueur 0m80. Deux squelettes ; genre voisin du précédent, mais dont l'armure possède de nombreuses rangées de plaques dorsales articulées et de plaques ventrales imbriquées. C'est aussi un petit crocodile amphibie à museau court ; il paraît être la souche de nos Crocodiles et Alligators actuels.

Goniopholis et *Bernissartia* sont des Crocodiliens du groupe des *Mesosuchia* On peut, en effet, classer les crocodiliens, d'après la position des narines en trois catégories :

1. *Parasuchia :* narines intérieures loin de la base du crâne. Tel est le *Belodon* du Trias. C'est à l'époque du Trias que les *Parasuchia* se sont séparés des *Rynchocéphaliens.*

2. *Mesosuchia* : Narines vers le milieu du crâne. Tels sont le *Teleosaurus* du Jurassique, les *Bernissartia*, *Gonio-*


Mosasauriens
Ophidiens
Rhiptoglosses (Caméléons)
Oiseaux
Lacertiliens
Mammifères
Dinosauriens
(Ignanodon)
(dès le Trias)
Crocodiliens
Chéloniens
Plésiosauriens
Lépidosauriens
Ptérosauriens
Ichthyosauriens
Théromorphes
Reptiles Rhynchocéphales permiens (souche de tous les Reptiles)
Batraciens
Poissons

pholis, *Pholidosaurus* du Wealdien. Les *Mesosuchia* sont issus des *Parasuchia*.

3. *Eusuchia* : Narines vers la base du crâne. Dérivés des *Mesosuchia*. Ce sont les crocodiles du crétacé supérieur, tertiaires et actuels.

Amphibiens. — *Hylæobatrachus Croyii*, sorte de petite salamandre, la plus ancienne connue.

Poissons. — On a trouvé à Bernissart plus de 2000 poissons, dont beaucoup sont des Ganoïdes vrais tels que le *Lepidotus Mantelli*, etc.

D'après M. Dollo, les poissons à squelette osseux se divisent ainsi :

Poissons osseux	1. Dipneustes 2. Ganoïdes	Devenus rares à l'heure actuelle
	3 Physostomes 4. Physoclistes	Téléostéens, devenus prépondérants aujourd'hui.

Les nombreuses espèces de Bernissart comprennent des représentants de plusieurs de ces groupes et montrent notamment le passage des Ganoïdes aux Physostomes, dont les Harengs constituent aujourd'hui le type le plus archaïque.

B. Salles du premier étage. — Dans les salles du premier étage sont accumulées des richesses zoologiques et paléozoologiques non moins remarquables que les Iguanodons. Voici les principales :

Crétacé supérieur (*Maëstrichtien*). — **Mosasauriens.** — Les Mosasauriens sont des Reptiles pélasgiques qui ont été et sont encore, de la part de M. Dollo, l'objet de savantes et intéressantes études. Ces animaux habitaient la haute mer, car leurs membres sont relativement très petits, et transformés en nageoires ; leurs doigts, au nombre de cinq, sont très écartés et comprennent de

nombreuses phalanges ajoutées bout à bout sans articulation. Or l'atrophie des membres, l'hyperphalangie des doigts et la disparition des formations unguéales sont les caractères de l'adaptation à la vie pélagique chez les Vertébrés pulmonés.

Les Mosasauriens ont un omoplate, une interclavicule et un coracoïde à la ceinture scapulaire ; l'existence de la clavicule est encore douteuse. On a cru longtemps qu'ils n'avaient pas de sternum, ce qui les rapprochait des Ophidiens, mais en réalité ils ont un sternum délicat. Leur sclérotique est ossifié, comme celle des Ichtyosauriens.

Les Mosasauriens ressemblaient à des sortes de grands serpents pélasgiques munis de nageoires ; mais pour l'organisation ils se rapprochent, en somme, davantage des Lacertiens que des Ophidiens ; on doit, avec M. Dollo, les considérer comme des Lézards adaptés à la vie aquatique : ils sont aux Sauriens ce que les Baleines sont aux mammifères terrestres. La Nouvelle-Zélande serait, d'après M. Dollo, le centre de dispersion de ce groupe, car c'est là où l'on commence à les trouver (dans le Cénomanien).

On admire à Bruxelles :

Hainosaurus Bernardi, de la craie phosphatée sénonienne de Mesvin-Ciply (Hainaut), long de 17 mètres (la tête seule a 1m70).

Mosasaurus Lemonnieri, du Maëstrichtien, qui atteint 7 mètres de longueur, dont 1m20 pour le crâne. Le *Mosasaurus* à 133 vertèbres procœliques : les cervicales ont des hypopaphyses bien développées, les dorsales ont de longues apophyses épineuses, les caudales présentent des arcs inférieurs (hémapophyses). Les côtes disparaissent vers le milieu du tronc. Le crâne ressemble à celui des lézards, il possède des dents ptérygoïdiennes et un anneau sclérotical. Les dents sont longues et pointues, et disposées en rangée.

Mosasaurus giganteus (C'est le Mosasaure classique de Cuvier). Portion de squelette qui montre une ancienne fracture de la mâchoire inférieure avec soudure consécutive. Ces animaux se livraient donc, entre eux ou contre leurs ennemis, à des combats furieux.

Chéloniens. — *Chelone Hofmanni* tortue marine gigantesque remarquable par la régression des plaques costales de la carapace.

Poissons. — *Protosphyrena férox.* Physostome très voisin des Ganoïdes.

Eocène inférieur. — **Chéloniens.** — *Euclastes Gosseleti*, grande tortue marine littorale qui se nourrissait de mollusques et notamment d'huîtres.

Rhynchocéphaliens. — *Champsosaurus Lemoinei*, reptile fluviatile à museau très allongé comme chez le Gavial actuel.

Oiseaux. — *Gastornis.* — Portion inférieure du fémur de ce gigantesque oiseau aptère.

Oligocène moyen. — *Psephophorus rupeliensis*, Tortue marine de grande taille, voisine de Sphargis.

Miocène. — **Siréniens.** — *Miosiren Kocki*, c'est l'ancêtre du Dugong actuel. Les côtes sont énormes et tellement larges qu'elles se touchent par leurs bords. Avec une pareille cage thoracique, l'animal ne pouvait exécuter ses mouvements respiratoires qu'en se servant de son diaphragme. Le sternum est très petit.

Cétacés. — *Scaldicetus.* Sorte de Cachalot qui possédait des dents supérieures fonctionnelles.

Pléistocène. — **Mammifères.** — *Elephas primigenius* (Mammouth) de Lierre. Squelette d'un individu mâle non adulte. Le Mammouth est le plus évolué des Éléphants, car ses dents sont divisées en très nombreuses

lamelles transversales. Il s'est éteint sans laisser de descendance. Le Muséum de Bruxelles possède aussi un fragment de peau de Mammouth ; cette peau, malgré son état de dessication, est épaisse de plus de dix millimètres et encore recouverte de ses longs poils rougeâtres.

Ovibos moschatus. — Spécimen monté. C'est le bœuf musqué, qui descendait à cette époque jusqu'au Pyrénées, et qui est actuellement relégué dans l'Extrême-Nord Américain.

Megaceros hibernicus. C'est le grand Cerf des tombières, remarquable par le développement extraordinaire de ses bois ; les vertèbres cervicales qui avaient à supporter un pareil poids, sont énormes et donnaient insertion au grand ligament dorso-cervical.

Journée du 13 Août

Visite aux Mines de Lens

Le terrain houiller de Lens fait partie du grand bassin franco-belge qui, par le Boulonnais, se relie aux gisements d'Angleterre.

Or, on sait que le houiller franco-belge comprend, selon la qualité de la houille, quatre zones qui sont, de la base au sommet : 1° zone des charbons maigres ; 2° zone des charbons demi-gras ; 3° zone des charbons gras ; 4° zone des charbons très-gras ou flénus, ou charbons à gaz. Ces quatre zones, quoique caractérisées chacune par une flore spéciale, appartiennent cependant à la même phase de végétation, celle des Sigillaires. Dans le bassin franco-belge, il n'y a pas de Stéphanien (Houiller supérieur) ni de Permien dûment constatés.

Les couches houillères, marines à la base, saumâtres et d'eau douce au sommet, sont disloquées, fracturées

en tous sens par des failles et des crans de retour, plissées en zig-zag, renversées même en plusieurs points.

En général, dans le houiller du Pas-de-Calais, auquel appartiennent les mines de Lens, les couches sont cependant en plateures et d'allure assez régulière ; l'ensemble plonge vers le midi. Lorsque l'on approche de la lisière sud, les couches sont néanmoins très brouillées et même renversées. La zone des charbons maigres et celle des charbons gras sont à peine représentées dans le Pas-de-Calais. Le terrain houiller est recouvert, dans cette région, par un manteau, épais de 100 à 150 mètres, de couches tertiaires et crétacées dont l'ensemble porte communément le nom de morts terrains. Pour arriver à la houille il faut, en effet, traverser d'abord le tertiaire, la craie, puis les argiles ou « dièves » turoniennes qui arrêtent les eaux et empêchent leur infiltration jusqu'aux galeries des mines et, enfin, le calcaire vert ou « tourtia » cénomanien.

La Société des Mines de Lens est propriétaire des concessions de Lens et de Douvrin (Pas-de-Calais). Ces concessions couvrent une superficie de 6,939 hectares ; il y a 12 puits d'extraction pour 56 couches exploitables. En 1894, la production de la houille a atteint 2.290.076 tonnes.

A Douvrin et à Vendin, la houille du bas est demi-grasse, celle des veines supérieures est presque grasse. Les végétaux les plus communs sont : *Pecopteris dentata*, *Lonchopteris rugosa*, *Lepidodendron aculeatum*, *Alethopteris Davreuxi*, *Sphenopteris trifoliata*, *Sigillaria scutella*, *elongata et rugosa*, *etc.*

A Lens (et aux environs, Bully-Grenay, Courrières, Liévin, etc.), on trouve alors les charbons de la zone supérieure, très gras ; ce sont les charbons à gaz, analogues aux flénus belges et contenant jusqu'à 37 et 40 °/₀ de matières volatiles et parfois davantage. Les

espèces que l'on y rencontre le plus souvent sont : *Sphenopteris obtusiloba* et *nevropteroïdes*, *Pecopteris abbreviata*, *Alethopteris Serli*, *Nevropteris rarinervis*, *Dictyopteris sub-Brongniarti*, *Asterophyllites equisetiformis*, *Sigillaria lævigata*, *tessellata* et *camptotænia*, *Cordaïtes borassifolius*, *etc.* Avec quelques formes Stéphaniennes : *Sphenopteris chærophylloïdes*, *Pecopteris integra*, *Alethopteris Grandini*, *Calamites cruciatus*, *Annularia stellata* et *sphenophylloïdes*, qui n'existent pas plus bas.

A Lens, la base du terrain houiller est formée par un schiste compact à *Spirifer*, *Productus et Orthis ;* au-dessus se trouvent alors les couches de l'époque dite houillère, dont le caractère saumâtre et d'eau douce, est dû à un mouvement progressif d'émersion.

Nous descendons par la fosse n° 4, profonde de 225 mètres ; puis, par un plan incliné, à 75 mètres plus bas ; nous remontons par la fosse n° 5. Les galeries qui relient les fosses entre-elles sont appelées bowettes. La houille ne se trouve qu'en couches minces, depuis 0^m10 et 0^m20 jusqu'à 2 mètres de puissance. Les principales veines exploitées dans les fosses n°s 4 et 5 sont les veines Émilie, Alfred, du Souich, Marie, etc. Ces veines subissent de nombreux rejets. Dans ces rejets et ces failles, la composition lithologique du terrain guide les Ingénieurs pour retrouver la veine perdue. En effet, chaque couche de charbon est ordinairement intercalée entre deux bancs schisteux : le banc supérieur appelé toit ou roc, est feuilleté, micacé, rempli d'empreintes, mais souvent aussi il est gréseux et compact ; le banc inférieur ou mur à une cassure irrégulière et est très traversé en tous sens par des Stigmaria. Les grès peuvent former le toit, mais jamais le mur des veines. Les schistes présentent souvent des surfaces de glissement polies, brillantes, appelées miroirs, et lorsqu'ils ont été plissés ou qu'ils ont glissés

les uns sur les autres ils sont parfois recouverts d'efflorescences de Pholérite, substance blanche et douce au toucher.

Nous avons pu observer, dans la fosse n° 4, un tronc de Sigillaria en position verticale, et muni de ses Stigmaria.

Les méthodes d'exploitation de la houille varient suivant l'épaisseur des veines ; pour une veine épaisse, on creuse des galeries à hauteur d'homme et on emploie des cartouches de poudre spéciale ou même de dynamite ; pour une veine mince, les mineurs travaillent couchés sur le dos ou à genoux, en suivant le plan de la veine. Le charbon ainsi abattu est chargé sur des wagonnets, puis montés à la surface du sol où l'on procède au triage, au lavage et à l'expédition.

Nous avons parcouru les galeries et nous avons même suivi en rampant une veine en voie d'exploitation.

M. Remaux, ingénieur en chef des mines de Lens, a, le premier en France, appliqué et perfectionné un procédé étranger destiné à parer aux dangers d'inondation dans le fonçage des puits. Ce procédé consiste à congeler les parois du puits au niveau des nappes aquifères qui reposent sur les dièves ; ceci fait, on peut sans danger garnir ces parois d'une maçonnerie étanche et poursuivre le forage à l'abri des inondations.

La visite des mines s'est terminée par un dîner offert à M. Gosselet et aux membres de l'excursion par la Compagnie des mines de Lens. Au champagne, M. Remaux, se faisant l'interprète de tous les convives, porte un toast « chaleureux au savant et infatigable M. Gosselet à qui nous devons dit-il, la connaissance de la constitution géologique du sol si riche et du sous-sol plus riche encore de nos régions du Nord. »

A Lens, l'excursion se disloque et chacun part de son côté, heureux des enseignements qu'il y a puisés.

Excursion dans le **Bassin de Paris**

sous la direction de M. le Professeur GOSSELET.

6-12 Avril 1896

COMPTE-RENDU

par M. Leriche

Elève de la Faculté des Sciences de Lille

Journée du 6 Avril 1896

L'excursion du bassin de Paris qui vient à l'appui des cours professés par M. Gosselet nous réunit de bonne heure à la gare de Lille d'où nous partons bientôt pour nous rendre à Laon.

A peine sortis de la gare, nous voyons apparaître la craie. Tandis qu'elle affleure au champ de manœuvres, elle se recouvre à Ronchin d'une épaisse couche de limon et ne devient plus visible que dans les tranchées. Nous la suivons ainsi jusqu'à Seclin, où elle disparaît sous les assises tertiaires.

Aux abords de Montigny, nous entrevoyons par les fenêtres du wagon les immenses carrières de sables landéniens.

Entre Somain et Lourches, la craie réapparaît, nous la suivons alors sans interruption ; recouverte d'une pellicule de limon, elle constitue les collines du Cambrésis et du Vermandois.

Au-dessus de La Fère, à proximité de Versigny, un brusque changement se produit dans la configuration du sol : sur une immense plaine crétacée s'élèvent ça et là de hautes buttes tertiaires et boisées. Une de ces buttes se

distingue bientôt par les nombreuses habitations qui la couronnent, c'est la montagne de Laon.

Il est onze heures lorsqu'enfin nous entrons en gare de Laon, nous y sommes recueillis par M. Gosselet, qui nous a devancé.

Après avoir pris un peu de repos, nous gagnons la ligne du chemin de fer près de laquelle une carrière anciennement exploitée nous permet de constater la présence de la craie à *Belemnitella quadrata*. Sur cette craie repose une argile dont la partie supérieure tend à passer aux sables verts ; elle représente le tuffeau. Cette assise est ici dépourvue de fossiles, mais à La Fère où elle revêt le faciès flamand, elle devient très fossilifère. Le limon recouvre le tuffeau ; sa coupe n'est pas assez nette pour que nous puissions en reconnaître les divisions.

En gravissant la montagne de Laon, nous trouvons dans une carrière située au faubourg de Vaulx un sable gris blanchâtre à stratification entrecroisée. Ce sable superposé au tuffeau est celui de Châlons-sur-Vesle ; c'est aussi celui d'Ostricourt revêtu du faciès cambrésien.

L'argile à lignites fait complètement défaut ; cette lacune s'étend aux collines environnantes qui délimitaient le rivage de la mer sparnacienne. Dans une carrière récemment ouverte près de la première, nous trouvons cependant un mince filet d'argile noire qui est peut-être un vestige de la mer sparnacienne.

Les sables de Cuise ou de Mons-en-Pévèle apparaissent avec un développement considérable ; ils mesurent environ trente mètres d'épaisseur.

Ce sont comme toujours, des sables doux au toucher renfermant avec d'innombrables *Nummulites planulata* de nombreux débris de coquilles. A la partie supérieure ils renferment des nodules de grès vert arrondis, que les ouvriers désignent sous le nom de têtes de chat.

Les sables de Cuise sont recouverts par de l'argile panisélienne, dont l'affleurement est invisible, mais dont la présence est décelée par un abreuvoir situé au pied de la porte d'Ardon. C'est à cette argile, qui, par suite de son imperméabilité, provoque la formation d'un niveau aquifère, que la ville de Laon doit son existence.

Le soubassement de la porte d'Ardon repose sur le calcaire à *Nummulites lævigata ;* nous ne nous attardons pas à examiner ce calcaire, nous aurons l'occasion de l'étudier dans de meilleures conditions.

Par la porte d'Ardon, nous pénétrons dans la ville ; nous en ressortons quelques instants après par la porte de Paris, où de récents travaux mettent à jour le calcaire grossier. A la partie supérieure des tranchées, nous distinguons un calcaire à *Ditrupa strangulata.* Il repose sur un autre calcaire d'un mètre cinquante d'épaisseur. L'abondance de *Nummulites lævigata* a fait donner à ce calcaire le nom de pierre à liards. La partie supérieure de cette assise contient de nombreux débris de coquilles ; elle est connue sous le nom de banc St-Jacques.

Sous le calcaire à *Nummulites lævigata,* apparaît un grès glauconieux et un sable à *Pygorynchus* également glauconieux. Ce sable que les ouvriers ont désigné sous le nom de pain de prussien, correspond aux sables à *Rostellaria ampla* de Cassel ; il constitue la base du calcaire grossier.

La présence de l'argile panisélienne sous l'assise à *Pygorynchus* ne fait aucun doute ; elle est décélée par une source qui s'échappe du flanc de la colline. D'autre part ; on trouve à proximité de la Porte de Paris une tour penchée, dont l'inclinaison ne peut s'expliquer que par un glissement de couches sableuses sur l'argile.

En suivant la route qui mène au faubourg de Semilly, nous retombons sur les sables de Cuise qui renferment

des bancs calcaires, durs et cohérents. Dans ces sables qui s'élèvent en falaise au bord de la route, sont creusées des cavernes encore habitées et connues sous le nom de Creutes. Les sables de Cuise et les calcaires qui leur sont annexés nous fournissent :

Turitella edita
Turitella hybrida.
Nerita Schmideliana.

Revenant sur nos pas, nous regagnons la porte de Paris, pour nous diriger ensuite sur Molinchart. A l'entrée du village, nous constatons la présence de la craie à *Belemnitella quadrata*. Cette craie ne tarde pas à disparaître sous les sables verts landéniens que surmontent au moulin de Molinchart des grès blancs mamelonnés riches en débris végétaux. Aux grandes carrières de Molinchart où ces grès sont activement exploités pour le pavement des rues de Laon, nous relevons une coupe assez intéressante. Sur un sable vert et glauconieux qui est landénien repose un banc de grès épais et continu. Ce dernier supporte d'énormes blocs de grès disposés irrégulièrement et empâtés par un limon ocreux.

Les grès landéniens sont surmontés aux Bruyères de la Comtesse par d'autres grès à *Cyrena cuneiformis*.

A quelque distance du village de Molinchart, se dresse au milieu de la plaine un monticule bizarrement découpé, le rocher de Gargantua. C'est un amoncellement d'énormes grès landéniens très durs et complètement dénudés, produit par l'enlèvement des sables qui les contenaient.

Journée du 7 Avril

En attendant notre départ pour Chailvet ; nous allons, à proximité de la gare de Laon, dans un trou ouvert pour

établir les fondations d'une maison, constater la présence des sables verts de l'assise à *Cyprina planata.*

Partis de Laon par le premier train, nous arrivons à Chailvet quelques minutes après notre départ.

Sur une grande partie du trajet de Chailvet à Urcel nous trouvons les sables blancs landéniens.

Après avoir traversé la place d'Urcel où affleureut quelques grès à *Cyrena cuneiformis,* nous gravissons la côte sur le flanc de laquelle s'élève l'antique église d'Urcel.

Cette côte se présente avec la composition suivante de bas en haut :

1. Grès et sables sur lesquels s'élève l'église.
2. Sables à *Nummulites planulata* 30m
3. Argile panisélienne dont la présence est attestée par une source . . . . . 6 à 8m
4. Calcaire compacte et peu fossilifère à *Pygorhynchus* 3 à 4m
5. Calcaire à *Nummulites lævigata* et banc St-Jacques 2m
6. Calcaire à *Ditrupa strangulata.*
7. Calcaire à Miliolites, *Cerithium giganteum Lucina maxima* et *Orbitolites complanata ;* il correspond aux sables à *Nummulites variolaria* de Cassel ; son épaisseur est d'environ trois mètres.

Les sables de Beauchamps qui jadis couronnaient uniformément la côte d'Urcel, n'ont persisté que dans les anfractuosités du calcaire à Miliolites, où ils constituent des poches de sables ferrugineux. Les galets quartzeux qu'ils contenaient ont seuls résisté aux courants qui entraînaient les parties meubles ; on les rencontre en grand nombre au sommet de la côte d'Urcel.

Descendus par le flanc N. de la colline, nous trouvons ouvertes au pied de celle-ci, les cendrières d'Urcel, où nous relevons la coupe suivante de bas en haut :

1.	Argile verte ligniteuse formant le fond de la carrière (1)	
2.	Lignites	0m10
3.	Falun de coquilles pilées	0m50
4.	Argile noire ligniteuse	1m
5.	Argile très ligniteuse	0m10
6.	Argile ligniteuse	0m30
7.	Argile sableuse noire à Cyrènes	1m
8.	Argile à *Cyrena cuneiformis*	1m
9.	Lignites	1m
10.	Sables très coquillers	0m60
11.	Sables jaunes	2m
12.	Grès	0m60

Ces derniers exploités aux grandes carrières d'Urcel sont surmontés par une puissante assise de sable ferrugineux dépourvu de fossiles. Cette formation qui a quinze mètres d'épaisseur est absolument locale ; elle ne se rencontre qu'à Urcel où elle est intercalée entre l'argile à lignites et les sables à *Nummulites planulata*.

A la fabrique d'alun de Challevois, nous sommes reçus très aimablement par M. Fischer, propriétaire de l'usine et par son ingénieur. Ils nous offrent des rafraîchissements, puis nous guident dans leur exploitation. Elle nous donne une nouvelle coupe de l'argile à lignites :

1.	Argile vert foncé formant le fond de la carrière.	
2.	Cendres très combustibles	0m10
3.	Argile	0m40
4.	Argile noire	0m80
5.	Lignites	0m10
6.	Faluns blancs	1m
7.	Argile sableuse	0m20
8.	Sables constituant la base des sables d'Urcel	1m
9.	Limon.	

(1) Cette coupe n'est pas complète. Sous l'argile verte qui faisait le fond de la carrière lorsque nous la visitâmes, se trouve la cendre ligniteuse exploitée ; elle constitue une couche de 2 mètres divisée par trois petits bancs d'argile.

En suivant les faluns n° 6 sur une certaine distance nous voyons leur partie inférieure, puis l'assise tout entière passer insensiblement au vert ; en même temps nous les voyons devenir argileux. Cette différence de coloration qui marche de pair avec cette diversité de constitution est le résultat d'une action chimique exercée par les eaux pluviales. Les faluns étaient jadis de nature argileuse ; ils présentaient une coloration verdâtre, uniforme qui leur était communiquée par les sels ferrugineux qu'ils contenaient. En certains points, ils ont été atteints par les eaux de ruissellement qui, à l'aide de leur oxygène en dissolution, ont transformé le sulfure de fer en sulfate, puis en sulfate de sesquioxyde. Ce dernier, réagissant sur le silicate d'alumine a donné du sulfate d'alumine et du sous-sulfate de sesquioxyde de fer qui, solubles, ont été entraînés. La roche, perdant alors, l'alumine qui lui donnait un caractère argileux et les sels qui lui donnaient sa coloration, est devenue le falun blanc que nous trouvons aujourd'hui.

Au voisinage des cendrières de Chailvet, nous rencontrons quelques exploitations de grès à *Cyrena cuneiformis*. L'argile à lignites qui est inférieure à ces grès, était jadis exploitée dans des galeries souterraines.

Arrivés à la gare de Chailvet-Urcel, nous utilisons les quelques minutes qui nous restent à étudier les petites buttes qui se dressent le long de la route. Nous les trouvons formées par des sables blancs landéniens dont la stratification entrecroisée est l'indice d'un dépôt effectué sous l'action de courants rapides. Ils renferment de très nombreux galets ; on peut les considérer comme des dunes qui délimitaient le rivage pendant la période sparnacienne.

Rentrés à Laon, nous en repartons bientôt par la route de Reims.

Aux abords de Festieux, près de la ferme de la Plaine, nous retrouvons les sables landéniens ; leur stratification est entrecroisée ; ils renferment de nombreuses traînées ferrugineuses disposées suivant les strates.

A l'entrée du village, un abreuvoir nous signale la présence de l'argile à lignites.

Sur le versant N. de la colline qui s'élève au-délà de Festieux, nous rencontrons les sables à *Nummulites planulata*. D'autres sables ferrugineux, dépourvus de fossiles et représentant peut-être l'assise à *Pygorynchus*, les surmontent. Au-dessus, viennent successivement la pierre à liards, l'assise à *Ditrupa strangulata* et le calcaire à *Cerithium giganteum*.

L'escarpement qui, à la Maison Rouge, borde la route de Laon à Reims est des plus intéressants. Il montre avec une netteté remarquable la superposition de plusieurs assises yprésiennes et parisiennes. Nous y relevons la coupe suivante :

1. Sable de Cuise à *Turitella edita*, *Turitella hybrida*, *Nerita Schmideliana*.
2. Calcaires grossiers paniséliens colorés en vert par de la glauconie.
3. Argile panisélienne.
4. Calcaire friable et glauconieux à *Pygorhynchus* ; il renferme de nombreux grains de quartz.
5. Assise à *Nummulites lævigata* représentée par deux bancs de calcaire compacte (b_1 et b_3) séparés par un banc de calcaire sableux (b_2). La partie supérieure de b_3 renferme de très grandes huitres ; elle constitue le banc St-Jacques.
6. Calcaire grossier à *Ditrupa strangulata*.
7. Calcaire à *Miliolites*, *Ostrea flabellula*, *Lucina maxima*, et *Orbitolites complanata*.

Au bois de Fussigny, près de Courtrizy, d'anciennes carrières complètement abandonnées, nous permettent de compléter la coupe. Nous y trouvons un calcaire dont le dépôt s'est peut-être effectué dans des eaux saumâtres ;

il renferme d'innombrables cérithes *(Cérithium cristatum C. denticulatum)* qui lui ont valu le nom de calcaire à Cérithes. Cette formation que nous voyons pour la première fois se rapporte par l'âge à l'assise à *Pecten corneus* de Cassel. Elle est surmontée par l'argile de St-Gobain qui a son représentant à Cassel dans l'argile de la Gendarmerie.

Il est curieux de rencontrer à la partie supérieure de cette argile de nombreux galets de quartz qui ne peuvent provenir que du plateau de l'Ardenne ; leur transport s'est effectué au moment où se déposaient les sables bartoniens de Beauchamps.

Dans les carrières de Montchâlons situées à l'Ouest du bois de Fussigny, nous retrouvons le calcaire à Cérithes qui est suffisamment compact pour être employé comme pierre de construction ; sa faune montre qu'il s'est déposé dans des eaux saumâtres. Il est surmonté par des marnes blanches sur lesquelles reposent l'argile de St-Gobain et les galets de quartz. Très souvent, ces galets sont isolés ; les sables bartoniens dans lesquels ils étaient contenus ont été entraînés par les eaux de ruissellement. L'action de ces eaux ne s'étant que faiblement exercée sur les hauteurs, nous pouvons nous attendre à y rencontrer les sables. Les faits répondent à notre attente : sur la côte 216 qui s'élève entre Montchâlons et Veslud, nous trouvons en effet une épaisse couche sableuse dans laquelle sont disséminés de nombreux galets quartzeux.

En descendant vers le moulin de Montchâlons, nous traversons un affleurement de calcaire à Cérithes, où, par suite de la décomposition des parties superficielles, de nombreux fossiles se prouvent mis en liberté. Nous y recueillons :

Cerithium cristatum
Cerithium denticulatum
Natica parisiensis

Plus bas, dans le vallon qui nous sépare de la côte 198 le calcaire à Miliolites, apparaît sous le calcaire à Cérithes. Nous gravissons rapidement cette côte et bientôt nous atteignons le moulin de Montchâlons, où le calcaire à Cérithes est recouvert par un banc de calcaire verdâtre analogue au banc vert, dont la faune accuse un dépôt d'eau douce.

L'argile de Saint-Gobain succède au banc vert. Si nous suivions cette argile vers le centre du bassin de Paris, nous la verrions se charger de cristaux de gypse, de fluorine et passer insensiblement à la marne, puis au calcaire marneux. C'est avec ce dernier faciès que nous la rencontrerons aux environs de Paris, où elle est désignée sous le nom de caillasse.

La nuit qui tombe vient suspendre nos observations ; par Orgeval, Chéret et Bruyères, nous regagnons Laon.

Journée du 8 avril

D'assez bonne heure nous quittons Laon pour nous rendre à Paris où nous arrivons vers dix heures.

Après le déjeuner, nous nous remettons en route. En l'absence de M. Gosselet, qu'une réunion du Congrès des Sociétés savantes retient à Paris, M. Cayeux dirige l'excursion.

Près de la porte de Versailles, nous nous trouvons en présence d'une importante exploitation d'argiles sparnaciennes directement recouvertes par le calcaire grossier. Ces argiles qui renferment des cristaux de gypse sont complètement dépourvues de fossiles ; elles présentent la composition suivante de bas en haut :

1.	Argile bariolée	6m
2.	Glaises	0m80
3.	Sables lignisifères	1m
4.	Fausses glaises	1m

On a observé à la partie inférieure de l'argile plastique des environs de Paris (Meudon), un conglomérat ossifère dans lequel on a trouvé des débris de *Gastornis* et de *Coryphodon*.

Les sables de Cuise, de même que les argiles et les sables paniséliens, font complètement défaut. Le calcaire grossier repose donc directement sur l'argile plastique. La mer Yprésienne ne s'est pas avancée jusqu'à Paris.

Dans ses assises les plus inférieures, le calcaire parisien se charge de glauconie. A mesure que l'on s'élève, celle-ci diminue ; elle disparaît presque complètement dans les assises les plus supérieures.

Le calcaire grossier de la carrière de Vaugirard nous présente la succession suivante de bas en haut :

1. Sables glauconieux à *Nummulites lævigata* renfermant des galets et des dents de *Lamna elegans* . 0m50
2. Calcaire glauconieux à *Cardium porrulosum* et *Cardita planicosta*.
3. Calcaire à *Cerithium giganteum* avec Oursins du genre *Pygorhynchus* 3m
4. Calcaire à Miliolites et à *Orbitolites complatana* . . 4m
5. Calcaire d'eau douce à *Cerithium lapidum* constituant un banc peu épais mais très constant dans tout le bassin de Paris, où il est désigné sous le nom de banc vert.
6. Calcaire à Cérithes.

L'horizon des caillasses fait défaut dans cette carrière.

Par la grande route qui traverse Issy, nous atteignons aux Moulineaux l'anticlinal crétacé de Meudon. Nous y trouvons la succession complète des assises companiennes et daniennes auxquelles se superposent quelques assises tertiaires.

Toutes ces différentes assises se présentent dans l'ordre suivant :

1. Craie blanche dite de Meudon renfermant de nombreux cordons réguliers de silex cornus ; elle est caractérisée par *Belemnites mucronatus*, *Ostrea vesicularis*, *Echinocorys vulgaris et Micraster Brongniarti* ; son épaisseur est d'environ. . . . 10m
2. Craie à *Magas pumilus*. 3m
3. Craie jaune dure et tubulaire présentant à sa partie supérieure de nombreuses perforations de racines qui attestent la présence d'un ancien sol végétal 0m80
4. Calcaire danien pisolithique 1m50
5. Marnes improprement qualifiées de strontianifères renfermant des fossiles (*Paludina aspersa* entr'autres) que l'on retrouve dans le calcaire d'eau douce de Rilly 6m
6. Conglomérat ossifère invisible ; il a fourni des débris de *Gastornis* et de *Coryphodon* ; son épaisseur est évaluée à 1m
7. Argile plastique 2m50
8. Calcaire grossier

C'est le bombement de Meudon qui a déterminé la grande réduction d'épaisseur de l'argile plastique en ce point.

De Meudon, nous gagnons Gentilly par la ligne de Versailles et la ligne de ceinture. A l'entrée du bourg, nous nous trouvons en présence de vastes exploitations de calcaire grossier.

Le calcaire grossier supérieur, très incomplet dans les carrières de Vaugirard, atteint ici dix mètres d'épaisseur. Il est constitué par un calcaire se divisant facilement en plaquettes, et par des marnes ; il est désigné sous le nom de caillasses. Les quelques rares fossiles qui ont été signalés dans cette formation se retrouvent dans le calcaire à Cérithes.

Sous les plateaux, les caillasses renferment du gypse ; sur le flanc des vallées, elles en sont complètement dépourvues, ce gypse ayant été dissout et entraîné par les

eaux météoriques mais on y observe de la *fluorine*, des pseudomorphes de gypse en *quarz*, *quarzine*, etc.

Au-dessus des caillasses apparaissent successivement :

Les sables de Beauchamps réduits à quelques mètres d'épaisseur ; puis les calcaires et les marnes feuilletées de St-Ouen.

Les talus qui bordent la route d'Arcueil à Villejuif, recouverts par le limon et envahis par un épais gazon, ne nous permettent d'abord pas de reconnaître la nature du sous-sol. Le gypse, peu épais en ce point, n'est pas visible. Le premier affleurement qui se présente est une marne verte avec laquelle commence l'Oligocène.

La succession suivante s'observe en montant vers Villejuif :

1. Un calcaire dur, d'eau douce, siliceux, parfois transformé en meulière ; c'est le calcaire de Brie.
2. Une marne à Huîtres (*Ostrea cyathula*, *O. longirostris*)
3. Les sables ferrugineux de Fontainebleau que recouvre le limon.

En descendant de Villejuif sur Paris, nous revoyons, mais dans un ordre inverse du précédent, la succession des couches oligocènes.

Les travaux exécutés pour l'installation des réservoirs de Villejuif, nous permettent de combler la lacune qui existe dans notre coupe entre les marnes vertes inférieures au calcaire de Brie et les marnes de St-Ouen. Les premières désignées sous le nom de marnes supra-gypseuses nous offrent la succession suivante :

1. Marnes vertes avec intercalation de calcaire oolithique, l'ensemble a quelques mètres d'épaisseur.
2. Marnes blanches à Lymnées 0m40
3. Marnes bleues. 4m

Sous les marnes bleues apparaît le gypse dans lequel on a distingué quatre masses ; seules les deux masses supérieures existent à Villejuif.

La première masse est formée par du gypse succharoïde ; la seconde séparée de la précédente par un banc de marne à silex ménilite est constituée par une agglomération de grands cristaux disposés perpendiculairement aux strates. C'est gypse dit « pied d'alouette ». La masse supérieure est communément désignée sous le nom de hauts-piliers.

Nous clôturons notre course par une visite à la grande carrière de la porte d'Italie. Au fond de l'exploitation, nous trouvons reposant sur le calcaire à Miliolites le banc vert à *Cerithium lapidum*. Les couches supérieures exploitées sont formées par un calcaire compact à Cérithes, dont l'un des bancs renferme des empreintes végétales.

Le sommet de la carrière montre un grand développement de diluvium formé de silex, d'éléments empruntés aux dépôts tertiaires des environs de Paris, d'énormes blocs de grès et de rares galets de *granit*.

Journée du 9 Avril

Descendus à la gare d'Argenteuil, nous gagnons la Seine pour la remonter ensuite jusqu'aux Plâtrières.

En pénétrant dans les exploitations, nous trouvons les marnes de Saint-Ouen dont la partie supérieure renferme quelques bancs de calcaire siliceux. Au-dessus des marnes, nous relevons successivement : une argile à plâtre dans laquelle on a trouvé des fossiles marins ; le gypse ; les marnes supra-gypsifères. Toutes ces couches plongent faiblement vers Paris.

L'ascension de la côte d'Orgemont nous permet de reconnaître des formations plus récentes, ce sont : les sables de Fontainebleau et la meulière de Beauce que caractérisent de nombreuses graines de Chara.

Les plâtrières ouvertes sur le versant O de la butte d'Orgemont, nous donnent une coupe détaillée des

terrains oligocènes. En descendant, nous relevons les assises suivantes :

1.	Diluvium gris.	
2.	Sables de Fontainebleau.	
3.	Marnes à huîtres	1m
4.	Marnes bleues	1m
5.	Calcaire marneux avec petits ossements	0m30
6.	Argile feuilletée	0m40
7.	Calcaire siliceux de Brie	0m20
8.	Argile sableuse blanchâtre	4m
9.	Marne verte avec bancs de calcaire siliceux	1m
10.	Marne blanche avec grandes Cythérées	1m20
11.	Marne verte avec bancs de calcaires siliceux	1m
12.	Gypse saccharoïde et argile	0m80
13.	Marnes vertes	0m70
14.	Marnes blanches	0m50
15.	Argile vert-blanchâtre	4m
16.	Marnes jaunes très feuilletées avec petits lits gypsifères. Elles renferment des Cythérées, des Cypris et un fossile qui leur est propre *Portunus Héricarti*; leur épaisseur est de	1m50
17.	Gypse feuilletée	1m
18.	Calcaire argileux et blanchâtre à Lymnées ; il devient très marneux à la base	3m
19.	Marne verte	1m
20.	Argile très feuilletée	0m80
21.	Marne bleue très argileuse	1m
22.	Marne blanche feuilletée avec gypse saccharoïde	0m50
23.	Argile bleue	1m
24.	Gypse saccharoïde	0m40
25.	Argile feuilletée bleu-verdâtre	1m
26.	Gypse saccharoïde	0m40
27.	Marnes bleues	4m
28.	Marnes blanches feuilletées	2m
29.	Gypse saccharoïde (1re masse)	20m
30.	Marnes avec silex mesnilite	3m
31.	Gypse pied d'alouette (2e masse).	

La troisième masse qui était jadis visible dans les carrières d'Argenteuil est séparée de la seconde par des marnes riches en fossiles marins.

Journée du 10 Avril

Le transport de nos bagages retarde notre départ et ce n'est que vers 9 heures que nous quittons Paris. Une heure après notre départ, nous descendons à Auvers et nous nous acheminons vers Hérouville.

A la ravine des Vallées, nous constatons la présence du calcaire à *Nummulites lævigata*. Plus loin, au bois « le Roi » apparaisssent les sables blancs de Beauchamps dont la base renferme d'énormes bancs de grès. Ces sables sont très fossilifères ; *Nummulites variolaria* y pullulent : *Cerithium cristatum, denticulatum, echinoïdes, tuberculoïdes, mutabile ; Natica parisiensis ; Dentalium grande ; Voluta musicalis ; Cardita planicosta ; Corbis lamellosa ; Cardium porrulosum, obliqum* s'y rencontrent en très grand nombre.

Disséminés dans les sables, nous trouvons encore de nombreux galets siliceux et calcaires dont la surface présente des perforations de mollusques lithophages ; ils indiquent la proximité d'un rivage et peut-être d'une falaise à laquelle ils étaient arrachés.

Les sables supérieurs aux grès présentent sur 2^{m} d'épaisseur une stratification inclinée, ce qui, avec la présence de nombreux galets, de cailloux et de fossiles en grande partie brisés et roulés indique qu'ils se sont déposés sous l'influence de courants puissants.

Les sables qui sont au-dessus sont à stratification horizontale et leurs fossiles sont beaucoup mieux conservés ; ils se sont déposés dans des eaux plus tranquilles.

Après avoir fait une ample provision de fossiles, nous rentrons à Auvers.

Le soir, nous franchissons l'Oise et aux carrières de Méry nous retrouvons le calcaire grossier qui nous donne la coupe suivante :

1. Calcaire compacte à Miliolites 7m
2. Calcaire feuilleté à Miliolites. 2m
3. Calcaire compacte à Miliolites 0m60
4. Calcaire verdâtre dont les bancs peu épais sont traversés par de nombreuses petites perforations . . 1m

Dans l'espoir de compléter cette coupe nous nous dirigeons vers la Bonne Ville ; malheureusement les carrières sont comblées et le limon, recouvrant les talus des routes, cache tout affleurement.

A la gare de Méry, apparaissent les sables de Beauchamps que surmontent plus loin les marnes de Saint-Ouen.

Le gypse est exploité dans les carrières ouvertes près des réservoirs ; la première masse est seule visible. Ces carrières offrent une coupe très nette de l'Oligocène qui est représenté par les assises suivantes :

1. Marnes blanches reposant sur le gypse de la première masse 5m
2. Argile verte feuilletée 1m
3. Marnes blanches à Cythéries. 0m50
4. Argile avec Huîtres 1m
5. Banc sableux 1m50
6. Calcaire d'eau douce de Brie 0m40
7. Sables ferrugineux de Fontainebleau.

Le calcaire de Beauce apparaît dans le bois de Frépillon ; il renferme de nombreuses graines de Chara et des Lymnées. Les parties superficielles ayant été décalcifiées puis silicifiées, sont transformées en meulières.

Par Frépillon et Méry, nous regagnons Auvers, nous en repartons bientôt pour nous rendre à Compiègne où nous arrivons dans la soirée.

Journée du 11 avril

Dès la première heure, nous quittons Compiègne ; quelques minutes après notre départ nous descendons à Villers-sur-Coudun.

Dans les tranchées pratiquées près de la gare pour le passage de la ligne, nous trouvons, reposant sur les sables verts du tuffeau, les sables de Bracheux dans lesquels sont disséminés de nombreux petits galets. Pour la première fois, nous voyons ces sables devenir fossilifères : *Ostrea Bellovacina* s'y trouve en très beaux exemplaires ; malheureusement les autres fossiles (Cucullées, Cérithes, Cardites), très fragiles, se réduisent en poussière au moindre choc.

Les sables landéniens de la tranchée de Villers-sur-Coudun nous présentent la composition suivante :

1. Sables jaunes très épais reposant sur les sables du tuffeau ; ils renferment de très nombreux débris de fossiles.
2. Grès 0m60
3. Sables blancs 0m40
4. Sables jaunâtres à *Ostrea Bellovacina*.
5. Argile sableuse renfermant un banc d'huîtres à sa base.

En nous dirigeant vers la butte qui domine Coudun, nous rencontrons des marnes dont la base est riche en débris d'huîtres : ce sont les marnes de Guiscard ou de Melicoq qui correspondent au calcaire de Rilly. Ces marnes que l'on peut suivre jusque près de Tergnier, sont surmontées à la limite des villages de Coudun et de Giraumont, par une argile noire peu visible qui appartient incontestablement à l'argile à lignites.

La végétation inextricable qui couvre la base de la butte de Coudun, nous empêche tout d'abord de reconnaître la nature du sous-sol. A mi-côte, quelques éclaircies favorisent nos recherches et nous trouvons un sable probablement panisélien sur lequel repose le calcaire à *Nummulites lævigata*. Nous suivons ce calcaire jusqu'au sommet de la côte.

Revenus à Coudun, nous rencontrons au milieu du village une petite exploitation de sables qui paraissent être landéniens. Nous y distinguons deux niveaux séparés par un lit de cailloux roulés de 80 centimètres d'épaisseur. Le niveau inférieur est constitué par des sables finement stratifiés ; le niveau supérieur formé de sables ferrugineux est recouvert par un diluvium dont la base renferme de petits galets.

Dans le chemin creux qui mène de Coudun à Giraumont, apparaissent les marnes de Guiscard, qui occupent le bas des talus. Elles sont surmontées par une argile à lignites qui renferme des bancs marneux et des calcaires bleus et compactes à lymnées.

Rentrés à Villers-sur-Coudun, nous profitons d'une heure d'arrêt pour y déjeuner. A onze heures, nous montons en wagon ; nous en descendons quelques instants après à Ressons-sur-Matz.

De la gare de Ressons à Cuvilly, nous suivons la craie; nous la voyons ensuite disparaître sous les assises tertiaires.

Au sortir de Cuvilly, apparaissent les sables verts de l'assise à *Cyprina planata*. Ils sont surmontés par des sables blancs landéniens dont la stratification est entrecroisée.

L'argile de Guiscard fait ici complètement défaut.

L'argile à lignites débute par un très petit lit rouge de sulfate de fer ; elle se continue par un sable très peu épais sur lequel repose une couche de gypse de quelques centimètres d'épaisseur. Au-dessus vient une argile noire et ligniteuse assez développée.

A Mortemer, l'Yprésien réapparaît avec une allure toute particulière. Il est constitué par un calcaire d'eau douce gris-bleuâtre très riche en débris végétaux. Le banc calcaire le plus inférieur contient de nombreuses

huîtres qu'il a empruntées lors de sa formation aux marnes à huîtres sur lesquelles il repose.

Le calcaire de Mortemer jadis exploité est presque complètement abandonné aujourd'hui. Il en est de même des argiles bleuâtres qui le surmontent et qui, il y a quelques années, servaient encore à la fabrication des veilleuses.

De retour à Cuvilly, nous trouvons aux abords du bois de Séchelle une cendrière qui nous donne la coupe suivante :

1.	Lignites formant le fond de la carrière.	
2.	Argile feuilletée	0m08
3.	Lignites	0m06
4.	Argile grise et feuilletée à planorbes, paludines et lymnées	0m40
5.	Lignites	0m04
6.	Argile grise	0m15
7.	Lignites	0m30
8.	Argile grise	0m10
9.	Lignites	0m03
10.	Argile gris-jaunâtre avec paludines, lymnées et planorbes	0m80
11.	Argile ligniteuse	0m20
12.	Argile grise feuilletée	1m20
13.	Marne blanche	0m20
14.	Lignites	0m03
15.	Argile grise ligniteuse	0m10
16.	Lignites	0m02
17.	Marne gris-jaunâtre	0m15
18.	Faluns à Cerithes (*Cerithum funatum*, *Melania inquinata*	0m80
19.	Argile plastique grise	0m20
20.	Limon.	

Séduits par le nombre autant que par les dimensions vraiment surprenantes qu'atteignent les *Cerithium* et les *Melania* des faluns, nous nous jetons avidement sur ce gîte fossilifère dont la présence n'a pas encore été signalée.

Attardés par notre fructueuse récolte, nous reprenons précipitamment notre course et après avoir franchi les six kilomètres qui nous séparent de la gare de Ressons nous montons en wagon pour nous rendre à Péronne.

Journée du 12 Avril

La course de Péronne n'avait pas été prévue ; proposée au cours de l'excursion, elle avait été acceptée avec enthousiasme, car elle nous permettait d'étudier dans son plus beau développement la craie à Belemnitelles et les phosphates qui lui sont annexés.

De grand matin, nous quittons Péronne pour gagner Hem Monacu, accompagnés par M. Vatrin, propriétaire des phosphatières. Dans les vastes carrières ouvertes à l'O. de ce village, nous trouvons une série d'anfractuosités remplies de sables phosphatés. Ces poches, sont irrégulièrement réparties à la surface de la craie campanienne.

Les sables phosphatés résultent de la transformation de la craie phosphatée qui leur est inférieure. Celle-ci, dans ses parties supérieures, s'est trouvée décalcifiée par les eaux chargées d'acide carbonique ; le phosphate mis en liberté a rempli les poches que nous rencontrons aujourd'hui.

La craie phosphatée comprend une série de bancs dont la richesse en phosphate est très variable. Elle repose sur une craie blanche à *Micraster* qui est à peine visible au fond des carrières. Cette craie ramenée par la pioche nous fournit des dents d'Otodus et de nombreuses radioles de *Cidaris hirudo* et de *Cidaris septrifera*.

La craie blanche est surmontée par un poudingue dont les nodules formés aux dépens d'une assise aujourd'hui disparue, sont recouverts par une patine de phosphate.

Ce conglomérat est très fossilifère ; il contient en abondance :

Belemnitella quadrata.
Ostrea vesicularis
Corax pristodontus.
Lamna acuminata.
Des polypiers appartenant au genre *Calamophyllia.*

Ce poudingue fossilifère nous révèle la présence d'un ancien rivage de la mer campanienne. De nombreuses perforations d'animaux lithophages observées à la surface de la craie blanche et dans les nodules phosphatés viennent corroborer ce fait.

Sur le conglomérat repose une série d'assises plus ou moins phosphatées qui se présentent dans l'ordre suivant :

1.	Craie phosphatée	3m80
2.	Craie jaune	1m35
3.	Craie phosphatée	3m75
4.	Craie blanche	0m90
5.	Craie très phosphatée	1m10
6.	Craie blanche	3m
7.	Sables phosphatés de mauvaise qualité renfermant des silex	1m

TABLE DES MATIÈRES

Terrain éruptif et métamorphique

Légende de la feuille de St-Nazaire, par M. Ch. Barrois, 137.

Terrains primaires

Rhynchonella Dumonti et *Cyrtia Murchisoniana* dans les schistes de Matagne, par M. Forir, 7. — Note sur la terminaison méridionale du massif cambrien de Stavelot et sur le grès de Samré, par M. J. Gosselet, 10. — Compte-rendu de l'excursion en Ardenne du 5 au 13 août 1895, des élèves des Facultés de France, par MM. Faucheron, Grange et Roux, 73, 268. — Légende de la feuille de St-Nazaire, par M. Ch. Barrois, 137. — Présentation des cartes géologiques au $\frac{1}{20000}$ et au $\frac{1}{40000}$ de Gedinne et de Willerzies, par M. J. Gosselet, 175.

Terrain houiller

Nouvelles remarques sur Kérosène shale de la Nouvelle-Galles du Sud, par M. C. Eug. Bertrand, 161.

Terrain jurassique

De l'existence de nombreux radiolaires dans le tithonique supérieur de l'Ardèche, par M. L. Cayeux, 26.

Terrain crétacique

Communication sur les phosphates de chaux d'Etaves et de Crécy-en-Ponthieu, par M. J. Gosselet, 49. — Note sur les gîtes de phosphate de chaux d'Hem-Monacu, d'Etaves, du Ponthieu, par M. J. Gosselet, 109. — Note sur les polypiers d'Hem-Monacu, par M. H. Parent, 135. — Carte géologique, feuille de Lille, par M. J. Gosselet, 165. — Le Cénomanien de la Normandie et du Sud de

l'Angleterre, par MM. Jukes Browne et W. Hill, 227. — Le Cénomanien de Devonshire, par M. Jukes Browne, 246. — Observations sur la communication de M. J. Browne, par MM. Ch. Barrois et Gosselet, 264.

TERRAINS TERTIAIRES

Excursion géologique du 8 mars à Ostricourt, 25. — Échantillon de phosphates de Tebessa (Algérie), par M. Lecocq, 49. — Excursion géologique du 17 mai à Montigny-en-Ostrevent, 49. — Note sur l'existence à Moncheaux, près de Douai, des sables de Mons-en-Pévèle, par M. l'abbé Hérent, 68. — Légende de la feuille de Saint-Nazaire, par M. Ch. Barrois, 137. — Carte géologique, Feuille de Lille, par M. Gosselet, 165. — Excursion géologique dans les terrains tertiaires du bassin de Paris, par M. Leriche, p. 298.

TERRAIN PLEISTOCÈNE

Le quaternaire à Montigny-en-Ostrevent, par M. l'abbé Hérent, 50. — Le terrain quaternaire des environs de Douai, par M. J. Ladrière, 54. — La carte agronomique de la commune de Crespin (Nord). Considérations générales sur les différentes couches de terrain que l'on rencontre à la surface du sol, par M. J. Ladrière, 97. — Carte géologique, Feuille de Lille, par M. J. Gosselet, 165.

TERRAIN HOLOCÈNE OU RÉCENT

La carte agronomique de la commune de Crespin (Nord). Considérations générales sur les différentes couches de terrain que l'on rencontre à la surface du sol, par M. J. Ladrière, 97. — Les phénomènes littoraux actuels du Morbihan, par M. Ch. Barrois, 182.

PALÉONTOLOGIE

Visite au Musée de Bruxelles, par M. Roux, p. 284.

Hydrographie et météorologie

Variations du régime des eaux dans l'Afrique du Nord, par M. le Dr Carton, 29. — Observations sur le travail de M. Carton, par M. J. Gosselet, 47. — Au sujet de l'état climatérique de l'Afrique septentrionale, par M. Péroche, 69.

Géographie physique et géologique

Lecture sur les divisions géographiques de la Bretagne, par M. Ch. Barrois, 19.

Géographie agricole et industrielle

Présentation de la carte agronomique de la commune de Crespin, par M. J. Ladrière, 9. — Remarques sur les cartes agronomiques, par M. J. Gosselet, 19. — La carte agronomique de la commune de Crespin (Nord). Considérations générales sur les différentes couches de terrain que l'on rencontre à la surface du sol, par M. J. Ladrière, 97. — Introduction du cours de minéralogie appliquée, par M. J. Gosselet, 176.

Sondages

Communication sur un sondage fait à Croix, par M. Goblet, 7. — Forage chez M. Vrau, rue du Pont-Neuf, à Lille, par M. Pagniez-Mio, 96. — Forage chez M. Joire, à Marcq-en-Barœul, par M. Pagniez-Mio, 96. — Forage à Ascq, Croix de Wallers, 96. — Sondage chez M. A. Motte, rue du Moulin, à Roubaix, 175. — Sondage, chez M. Léon Allard, à Roubaix 267.

Excursions

Excursion géologique du 8 mars à Ostricourt, 25. — Excursion géologique du 17 mai, à Montigny-en-Ostrevent, 49. — Compte-rendu de l'excursion en Ardenne du 5 au 13 août 1895, des élèves des diverses Facultés de France, par MM. Faucheron, Grange, Roux, 73, 268.

TABLE DES AUTEURS

Ch. Barrois. — Les divisions géographiques de la Bretagne, 19. — Légende de la feuille de St-Nazaire, 137. — Les phénomènes littoraux actuels du Morbihan, 182. — Observations sur le travail de M. Jukes Browne, 264.

C. Eug. Bertrand. — Nouvelles remarques sur le Kérosène shale de la Nouvelle-Galles du Sud, 161.

Jukes Browne. — Le Cénomanien du Devonshire, 246.

Jukes Browne et W. Hill. — Le Cénomanien de la Normandie et du Sud de l'Angleterre, 227.

Carton. — Variations du régime des eaux dans l'Afrique du Nord, 29.

Cayeux. — De l'existence de nombreux radiolaires dans le tithonique supérieur de l'Ardèche, 26.

Faucheron, Grange, Roux. — Compte-rendu de l'excursion en Ardenne du 5 au 13 août 1895, des élèves des Facultés de France, 73, 268.

Forir. — *Rhynchonella Dumonti* et *Cyrtia Murchisoniana* dans les schistes de Matagne, 7.

Goblet. — Communication sur un sondage fait à Croix, 7.

Gosselet. — Note sur la terminaison méridionale du massif cambrien de Stavelot et sur le grès de Samré, 10. — Sur les cartes agronomiques, 19. — Observations sur le travail de M. Carton, 47. — Les phosphates de chaux d'Etaves et de Crécy-en-Ponthieu, 49. — Note sur les gîtes de phosphate de chaux, d'Hem-Monacu, d'Etaves, du Ponthieu, etc. 49, 109, 174. — Carte géologique, feuille de Lille, 165. — Présentation des cartes géologiques au $\frac{1}{20000}$ et au $\frac{1}{40000}$ de Gédinne et de Willerzies, 175. — Introduction du cours de Minéralogie appliquée, professé le 20 novembre 1896, 176. — Observations sur le travail de M. Jukes Browne, 265.

Grange, voir Faucheron.

Hérent (l'Abbé). — Le quaternaire à Montigny-en-Ostrevent, 50. — Note sur l'existence à Moncheaux, près de Douai, des sables de Mons-en-Pévèle, 68.

W. Hill, voir J. Browne.

Ladrière. — Le terrain quaternaire des environs de Douai, 54. — La carte agronomique de la commune de Crespin (Nord). Considérations générales sur les différentes couches de terrain que l'on rencontre à la surface du sol, 9, 97.

Lecocq. — Communication d'un échantillon de phosphates de Tebessa (Algérie), 49.

Leriche. — Compte-rendu de l'Excursion géologique dans les environs de Paris, 298.

A. Meyer. — Rapport de la commission des finances, 175.

Pagniez-Mio. — Forage à Lille, 96. — Idem, à Marcq-en-Barœul, 96.

Parent. — Note sur les polypiers d'Hem-Monacu, 135.

Péroche. — Au sujet de l'état climatérique de l'Afrique septentrionale, 69.

Roux, voir Faucheron.

ÉPOQUES DE PUBLICATION DES LIVRAISONS

Livraison	1.	Pages	1	à	48	—	Mai	1896
—	2.	—	49	à	96	—	Novemb.	1896
—	3.	—	97	à	176	—	Janvier	1897
—	4.	—	177	à	324	—	Avril	1897

Lille — Liégeois-Six, Imprimeur de la Société Géologique du Nord.

Annales Soc. Géol. du Nord
Tome XXIV (1896)

15, Rue Morère, Paris

Phototypie Dr G. Pilarski

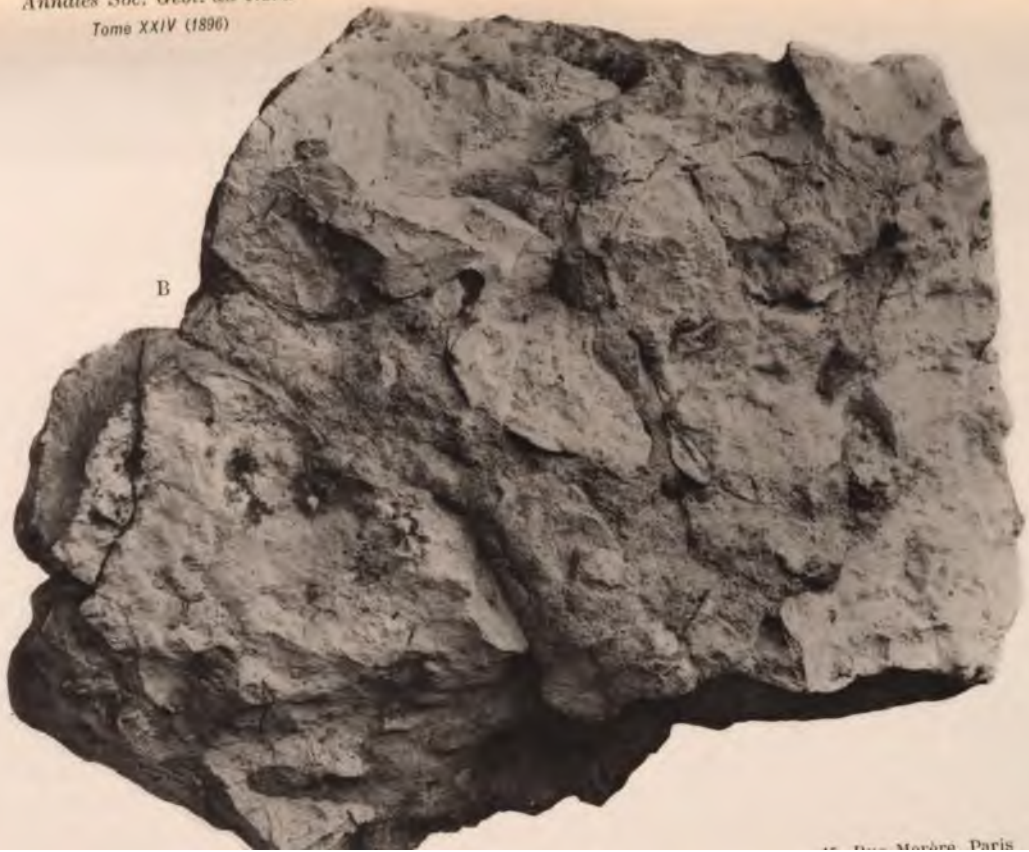
Fragment du récif crayeux à *Diblasus arborescens*. Hem - Monacu

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Phototypie Dr G. Pilarski

15, Rue Morère. Paris



45, Rue Mazère, Paris

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

CARTE DE LA

Montrant les barr

d'après les levés des In

Ec

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870

et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DU NORD

TOME XXV

CONSTANT PRÉVOST

COUP D'ŒIL RÉTROSPECTIF SUR LA

GÉOLOGIE EN FRANCE

pendant la première moitié du XIXe siècle

par

J. GOSSELET

Correspondant de l'Institut

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Lille

LILLE

IMPRIMERIE LIÉGEOIS-SIX

1896

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Lith. de Thierry frères

Constant PREVOST.

Constant Prevost

Collection des Nat.ts Français du Bulletin d'Histoire naturelle de France.

(3me Section, Géologisten)

PRÉFACE

Il arrive que certaines époques de la Science peuvent s'incarner en un homme dont les travaux représentent les idées dominantes et les progrès accomplis. Constant Prévost n'était pas de ces hommes. Son nom ne se rattache à aucune découverte saillante, à aucun livre ayant fait époque dans la Science. Esprit ardent, mais un peu vague ; sceptique, mais doué d'un vrai bon sens, il avait pris pour devise ce mot d'Aristote : « Qui veut s'instruire doit savoir douter », et il commençait par se l'appliquer à lui-même. Au moment de composer un travail, il apercevait les lacunes de ses connaissances, il hésitait, désirait de nouvelles observations et remettait à un plus tard, qui ne venait jamais.

Sa vie se consuma à combattre les théories régnantes, à émettre des doutes ou des négations devant presque toutes les hypothèses, qui surgissaient dans le champ de la Science. On peut dire qu'il vécut de discussion. Il eut comme adversaires les savants les plus illustres de

l'époque, Cuvier, Brongniart, Arago, Humbold, De Buch, Élie de Beaumont, d'Orbigny, d'Omalius d'Halloy, etc.

Il n'est pas une seule opinion géologique de son temps qu'il n'ait soumise au crible de la critique. C'est ce qui rend particulièrement instructive l'étude de ses idées.

Il vivait à une époque de transformation de la géologie. Il vint, lorsque s'éteignait la race des géologues, dont la science n'était qu'une œuvre de raisonnement ou d'imagination, basée sur quelques observations isolées.

Lorsqu'il mourut, les hypothèses n'étaient plus en honneur ; on ne voulait que des faits, rien que des faits. On avait compris que la science n'était pas encore assez avancée pour chercher des explications, dont la première découverte allait démontrer l'erreur.

Constant Prévost, en combattant toutes les théories à la mode, avait puissamment contribué à ce résultat. Mais lui-même appartenait encore en partie à l'âge précédent. Plus d'une fois, il céda aux anciennes habitudes ; il fit des hypothèses et ce ne fut pas toujours avec succès.

Dernier élève de Constant Prévost, qui m'avait choisi comme Préparateur quelques années avant sa mort, j'ai toujours considéré comme un devoir de faire connaître au public, la part importante qu'il a prise à la fondation de la Science géologique. J'en ai été empêché par la volonté formelle de mon respectable maître.

Sur son lit de mort, il avait demandé à sa famille de ne confier à personne ses manuscrits et ses carnets de voyage. Peut-être craignait-il que leur publication ne vînt réveiller des rivalités que la tombe devait éteindre.

Aujourd'hui, cette crainte n'a plus de raison d'être, puisque la disparition de ses contemporains nous détache de toute question personnelle. J'ai pensé que ses opinions appartiennent à l'histoire de la Science. Sa famille a partagé ma manière de voir et a bien voulu me confier ses papiers.

Ils ne contiennent, du reste, rien de bien important. Ce qui domine, ce sont des programmes de cours et des projets d'ouvrages. Les carnets de voyage sont plus intéressants.

Grâce à eux, j'ai pu compléter quelques publications de Constant Prévost, particulièrement son voyage à Julia et en Sicile. Ses carnets de courses aux environs de Paris sont curieux ; on y voit comment s'est formé lentement ce faisceau de connaissances qui fait du bassin de Paris, la région géologique la mieux connue du monde.

Ce coup d'œil rétrospectif sur la marche de la Géologie pendant la première moitié du XIXe siècle intéressera, je l'espère. Mon but sera complètement atteint s'il peut aussi faire ressortir les titres de mon vénéré maître au souvenir des géologues.

Lille, 20 Juillet 1892 (1).

---

(1) Plusieurs circonstances indépendantes de ma volonté ont empêché ce livre de paraître plus tôt. Je n'y ai fait que très peu de modifications. Aussi, bien des pages décèleront des préoccupations aujourd'hui passées et le lecteur remarquera des omissions qui n'en étaient pas à l'époque, où j'ai rédigé les divers chapitres.

CHAPITRE I

BIOGRAPHIE

Constant Prévost naquit à Paris, le 4 juin 1787. Son père, Louis Prévost, était caissier-payeur de rentes de la ville de Paris ; sa mère, Constance Martin, appartenait à une famille de magistrats.

Il perdit son père en 1793. Sa mère, femme du caractère le plus élevé et de l'esprit le plus distingué, se consacra entièrement à l'éducation de ses enfants, un fils et une fille. Après la mort de sa fille, qu'elle eût la douleur de perdre en 1804, sa sollicitude se concentra sur son fils. Elle lui fit donner une instruction solide et élevée. En 1806, elle épousa en secondes noces, Bévière, dont le père était sénateur et doyen des maires et des notaires de Paris. Cette nouvelle union ne porta aucune atteinte à l'affection réciproque de la mère et du fils, car Constant trouva en M. Bévière un dévouement et un cœur tout paternels.

Il fut mis à la pension Lepître, qui suivait les cours de l'école centrale du Panthéon, où professait Cuvier. Le

jeune Prévost fut subjugué dès les premières leçons par le talent de l'illustre professeur. Dès lors, il sentit naître sa vocation de naturaliste. En 1802, la pension Lepître quitta l'école du Panthéon pour celle des Quatre-Nations, qui venait d'être transférée à l'ancien Collège Duplessis. Ce fut avec chagrin que Constant Prévost dut renoncer aux leçons de son premier maître. Mais aux Quatre-Nations, il trouva Alexandre Brongniart. Nous nous figurons difficilement Cuvier et Brongniart professant l'Histoire Naturelle à des enfants de 12 à 15 ans. Libres de programmes, sans préoccupation d'examens, sans avoir à compter avec des inspecteurs qui imposent leurs méthodes, ils enseignent ce qu'ils veulent, ce qui doit éveiller la curiosité et l'intelligence de leurs élèves ; ils leur communiquent leur amour pour l'étude et pour la nature. Que l'on s'étonne ensuite de voir surgir la pléiade de naturalistes, qui a illustré la France au commencement de ce siècle.

Si Brongniart n'avait pas le génie de Cuvier, ni sa largeur de vue, ni son talent oratoire, il n'en était pas moins un professeur de premier ordre. Son enseignement était méthodique, sa parole nette et claire, ses connaissances très variées et surtout son zèle au-dessus de tout éloge. Jeune encore, il se faisait l'ami de ses élèves, causait avec eux, stimulait leurs réflexions et leur esprit d'observation. Après les cours venaient des conférences qui en décuplaient l'avantage. Là, loin de repousser la controverse et la discussion, Brongniart les encourageait et s'y prêtait avec une bonté et un zèle admirables.

« Combien, dit Constant Prévost dans ses notes, j'ai pu user et abuser quelquefois de cette faculté ! Combien aussi en ai-je profité dans les années qui suivirent, celles dont j'ai tant de peine à abandonner le souvenir ! Pendant plus de vingt années consacrées à l'étude de toutes les branches de l'Histoire naturelle, le plus grand plaisir que je pouvais

trouver était de passer une grande partie des jours de loisir dans les collections de mon ancien maître et dans son intimité. Que de moments heureux et utilement employés se sont passés ainsi ! Combien de fois Desmarets, Leman et moi avons-nous examiné, déterminé, décrit et étiqueté les collections de mammifères, d'oiseaux, de minéraux, de roches, que Brongniart créait et classait pour l'avantage et l'instruction de tous. »

De 1807 à 1814, Constant Prévost accompagna Brongniart dans presque tous ses voyages. En 1807, il parcourut avec lui la Normandie et la Bretagne. En 1808 et 1809, après avoir traversé la France, visité aux environs de Limoges, les gisements d'émeraude et de kaolin, ils suivirent la ligne des Pyrénées, de Bayonne à la Maladetta.

C'était une façon originale de se préparer aux doubles examens du baccalauréat, qu'il subit en 1811 devant la Faculté des Lettres, puis devant celle des Sciences. On ne peut conseiller aux candidats actuels d'imiter cet exemple. Leur intelligence y gagnerait, mais leur examen serait peut être compromis.

Puis, pendant quatre années, Constant Prévost se livra à l'étude de la médecine.

Les étudiants n'étaient pas renfermés alors dans la réglementation actuelle. Ils arrangeaient leurs études à leur bon plaisir ; les intelligences médiocres avaient peut-être à souffrir de cette liberté, les amis du plaisir en abusaient, mais les travailleurs, les élèves d'élite, trouvaient l'avantage de pouvoir se livrer aux études de leur goût.

Tout en faisant la médecine, Constant Prévost suivait les cours du Collège de France et travaillait au laboratoire de Cuvier. Il y faisait connaissance avec Blainville qui allait devenir son ami intime. Il continuait aussi à fréquenter le cabinet de Brongniart et les collections du Muséum. Il décrivait les mammifères réunis par Geoffroy

St-Hilaire, et entreprenait un travail sur les poissons de France pour la faune française ; enfin, il commençait avec Blainville une monographie des Squales et des Raies dont le prodrome fut publié plus tard dans le Bulletin de la Société Philomathique. En 1812, il accompagna de nouveau Brongniart, dans son grand voyage en Allemagne. Ils visitèrent les bords du Rhin, la Westphalie, le Harz, la Prusse, la Saxe, la Bohême, le Tyrol.

Devant la juste réputation de Brongniart, les musées, les universités, les mines et les usines s'ouvrirent aux deux voyageurs. Constant Prévost en profita pour dessiner presque tous les Sélaciens qui existaient dans les musées étrangers.

A Freyberg, l'illustre Werner leur fit les honneurs de sa collection.

Ils étaient à Halstatt, lorsque la nouvelle du désastre de Moscou les força à regagner la France, « avec quelque peine et non sans quelque danger. »

A son retour à Paris, Constant Prévost se décida à entrer dans l'industrie. Un décret du 12 mai 1810 avait promis un million de récompense à l'inventeur d'une machine à filer le lin. Le 10 juillet de la même année, Philippe de Girard prenait un brevet. Après avoir consacré deux ans à perfectionner ses procédés, il monta en 1813 une filature rue Meslay. Constant Prévost comprit tout l'avenir réservé à l'industrie de la filature mécanique. Il s'associa à Philippe de Girard et sous son impulsion deux nouvelles filatures furent établies rue de Charonne et rue de Vendôme. Il prit la direction de la dernière.

Malheureusement les évènements de 1814 vinrent arrêter tout commerce ; les filatures de Philippe de Girard durent fermer comme toutes les usines de France. Celle de Constant Prévost résista plus longtemps ; en juillet 1814 elle était encore en activité, mais elle ne tarda pas à cesser le travail.

Philippe de Girard avait sacrifié toute sa fortune et celle de sa famille. Non seulement le gouvernement de la restauration ne reconnaissait pas les promesses de l'Empire, mais il refusait de prêter 8,000 francs en les hypothéquant sur les machines. Pour sauver son industrie et ses machines, Philippe de Girard céda aux sollicitations de l'empereur d'Autriche désireux de doter ses états de la nouvelle industrie. Il partit le 4 décembre 1815 avec Constant Prévost pour aller fonder une filature à Hirtemberg, près de Vienne.

Constant Prévost resta trois ans à Hirtemberg, de 1816 à 1819. Pendant ce séjour à l'étranger, il accepta de donner des leçons au jeune fils du roi de Westphalie, qui fut depuis le prince Napoléon. De plus, il consacra ses loisirs à étudier la géologie des environs de Vienne.

La ville de Vienne est située sur la rive droite du Danube, à l'extrémité septentrionale d'une vaste plaine de 100 kilomètres de longueur qui s'étend des montagnes de Styrie au Danube. A l'Ouest, se dresse la chaîne du Wienerwald dont le point le plus élevé, le Schneeberg, est couvert de neige pendant une grande partie de l'année. A l'est les montagnes de la Leitha séparent l'Autriche du royaume de Hongrie.

Constant Prévost reconnut que le terrain des environs de Vienne pouvait se rapporter à deux groupes, l'un ancien, l'autre moderne.

Le groupe ancien qui constitue les montagnes du Wienerwald et du Leithagebirge est formé de calcaires compactes fossilifères, en couches inclinées, et de poudingues, également en couches inclinées. Le poudingue est superposé au calcaire et d'ailleurs il est formé de galets calcaires; il est donc postérieur au calcaire.

Constant Prévost constata que le calcaire renferme des fossiles, mais il ne détermina pas exactement son âge, ce

que l'état de la Science ne lui eut pas permis de faire alors; il se borna à l'appeler, avec tous ses contemporains, calcaire alpin. Quant au poudingue, il signale son analogie avec le Nagelflue des Allemands.

Il rapporta aussi au groupe ancien, sans en donner la raison, de petits amas de gypse que l'on trouve dans des vallées latérales de la bordure orientale du bassin de Vienne, en couches horizontales superposées au calcaire.

Les terrains du groupe moderne remplissent le bassin ; ils sont en couches horizontales qui s'adossent aux escarpements abrupts de l'enceinte, en s'élevant légèrement sur leur bord et qui descendent en pente douce vers le Danube. Quelques buttes surbaissées, s'élevant au milieu de la plaine et des côteaux riants, couverts de vignes, marquent la limite de ces terrains modernes au contact des plateaux de poudingue aux noires forêts de sapin et des rochers arides de calcaire alpin.

Constant Prévost divisa son groupe moderne en deux assises : 1° de l'argile grise avec lignites ; 2° de la marne argileuse verdâtre micacée, employée à la fabrication des briques et des tuiles, et un calcaire d'eau douce analogue au tuf. Il avait recueilli dans la marne micacée, une très grande quantité de fossiles. Il reconnut leur âge tertiaire et leur analogie avec les fossiles des marnes subapennines.

Constant Prévost espérait publier un grand travail sur les environs de Vienne en décrivant les nombreux fossiles qu'il avait recueillis. Malheureusement, un incendie arrivé en 1818, anéantit en un instant, ses collections, ses notes et ses dessins. Peu de temps après, il quitta Hisemberg et revint à Paris. Dégouté de l'industrie, il se remit à suivre les cours et à fréquenter les laboratoires.

C'est alors qu'il recueillit ses souvenirs sur la géologie du bassin de Vienne. La note qu'il publia dans le Journal de Physique et qui a été résumée plus haut fit faire un

progrès réel à la géologie de l'Autriche, mais sa portée au point de vue de la géologie générale est bien plus considérable.

En 1821, une circonstance vint lui fournir une raison de se donner plus complètement à la Science : il fut chargé du Cours de Géologie à l'Athénée.

L'Athénée était un établissement privé, où l'on donnait des cours payés par les auditeurs. Il avait eu un grand succès sous la Révolution et sous l'Empire. Il le devait à l'esprit libéral qui animait l'enseignement, et que n'avait pu détruire ni la sanguinaire tyrannie de la Convention, ni l'autorité soupçonneuse de l'Empire.

Sous la Restauration les cours littéraires de l'Athénée pâlirent devant ceux de la Sorbonne, mais les cours scientifiques avaient conservé tout leur prestige. Pouvait-il en être autrement avec des professeurs comme Cuvier, Biot, Chevreuil, Blainville, Dumas, etc.

Lorsque Constant Prévost fut nommé à l'Athénée, la géologie était une science nouvelle, qui excitait la curiosité, mais qui, plus encore, soulevait les doutes et les préventions. On lui reprochait de ne reposer que sur des hypothèses, on lui objectait d'être en contradiction avec la Bible.

Constant Prévost attaqua de front ces objections. Il prouva que la géologie est une science positive, qu'elle repose sur des faits indéniables, qu'il ne peut pas y avoir opposition entre la Science et la Bible parce qu'elles sont basées sur des faits d'ordre tout-à-fait différent.

La période de 1820 à 1830, fut pour Constant Prévost une période de labeur. Il multipliait les excursions, non seulement aux environs de Paris, mais en Normandie et en Angleterre ; il prenait une part active aux réunions et aux publications de la Société d'Histoire Naturelle de Paris.

Cette Société, aujourd'hui disparue et dont bien peu de personnes ont gardé le souvenir, avait été fondée en 1790

par quelques amateurs dans le but de faire en commun des excursions tous les dimanches. Quand le temps ne permettait pas d'aller à la campagne, on visitait une collection publique ou particulière, des jardins, des serres, ou bien l'on étudiait un herbier. Ces excursions, où les étrangers étaient admis, étaient toujours dirigées par trois membres de la Société, un pour chaque règne.

Bien que les botanistes dominassent dans la Société, on y trouvait tous les principaux naturalistes de l'époque : Desfontaines, Lamarck, Brongniart, Fourcroy, Lelièvre, Penel, Parmentier, Coquebert, Monnet, etc. Louis Bosc, Directeur des Postes, en fut le président. Elle avait en province et à l'étranger des correspondants parmi lesquels on peut citer Dolomieu à Malte, Saussure et Jurine à Genève, Forster et Banks à Londres, Camper à La Haye, Poiré à Soissons, Latreille à Tulle, Reboul à Pézenas, Prieur et Guyton Morveaux à Dijon.

Elle publia un volume d'Actes, in-folio, en 1792 ; puis un volume de Mémoires, in-quarto, en 1797. Elle comptait alors dans son sein, outre les membres précédents, Cuvier, Dumeril, Geoffroy St-Hilaire, Hauy, Jussieu, Thouin, etc.

Après une éclipse qui dura quelques années, la Société d'Histoire Naturelle se réorganisa en 1821. Elle devint alors une véritable académie d'Histoire Naturelle de 30 membres choisis à l'élection, divisée en sections, faisant des lectures et des rapports, donnant même des prix. Elle publia alors cinq volumes de Mémoires dont le dernier date de 1834. Elle disparut par suite de la spécialisation de plus en plus grande des savants, et surtout, parce que la plupart de ses membres, arrivés à de hautes positions scientifiques, n'avaient plus le temps d'assister aux séances, ni le besoin de recourir à la publicité de ses Mémoires.

Constant Prévost avait déjà acquis une haute réputation scientifique lorsqu'il faillit se remettre à l'Industrie. Ses

cours à l'Athénée étaient peu payés. Bien qu'il jouit d'une honnête aisance, il sentait la nécessité de se créer une position. Il avait épousé en 1822 la fille ainée de Target, le célèbre jurisconsulte (1) ; deux petites filles étaient nées de ce mariage ; il devait penser à leur avenir. C'est sous l'influence de cette préoccupation qu'il écrivit à Philippe-de-Girard pour lui offrir d'établir sous sa direction de nouvelles filatures de lin. La réponse de Philippe-de-Girard fut probablement négative, car le projet n'eut aucune suite.

En 1829, Constant Prévost fut chargé du cours de Minéralogie et de Géologie à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Un soir de cette même année 1829, que Constant Prévost avait chez lui, rue de Paradis, son beau frère Jules Desnoyers et son ami Deshayes, il leur fit la proposition de fonder une société libre de géologie, société ouverte à tout le monde, aux débutants comme aux savants, aux maîtres comme aux élèves, où l'on pût discuter toutes les questions sans avoir à passer par un jugement et un rapport académique.

Quelques mois furent employés à recevoir des adhésions. Le 17 mars 1830, il y eut, sous la présidence d'Ami Boué, une réunion, où l'on vota le réglement de la nouvelle société.

Tout le monde connaît ce règlement sage, libéral, que soixante ans de pratique ont à peine effleuré et qui a servi de modèle à presque toutes les sociétés scientifiques créées depuis lors.

---

(1) Deux autres filles de Target épousèrent : l'une Jules Desnoyers, membre de l'Institut, bibliothécaire au Muséum d'Histoire Naturelle ; l'autre Duvergier de Hauranne, qui fut député libéral sous la Restauration et ministre au commencement de la monarchie de Juillet.

La Société géologique de France a joué et joue encore un rôle prépondérant dans le progrès de la géologie dans notre pays ; mais elle se consacre entièrement à la science et s'occupe fort peu des applications. Ce n'était pas ce qu'avait rêvé Constant Prévost. On trouve dans ses notes un projet incomplet, mais intéressant pour son originalité.

La Société devait réunir des collections et une bibliothèque, publier un dictionnaire géologique et minéralogique de la France, un dictionnaire des localités citées par les géologues ; des catalogues de minéraux, de roches, de fossiles, des hauteurs déterminées soit géométriquement, soit barométriquement, enfin un bulletin trimestriel et des mémoires.

Pour subvenir aux dépenses nécessitées par ces publications, la Société eut fait des analyses ; elle eut donné des avis motivés, des instructions, des conseils ; elle se serait chargée de traductions et de rapports ; elle eut communiqué des plans, des cartes, des dessins ; enfin elle devait vendre les objets en double de ses collections.

Chaque membre de la Société payait une cotisation annuelle de 100 francs qu'il pouvait acquitter en argent, en dessins, traductions, renseignements, échantillons pour les collections, etc.

Afin d'obtenir une première mise de fonds, on aurait créé 200 actions de 25 francs, attribuées aux membres fondateurs à raison de 10 actions par personne. Elles auraient été remboursées sur les souscriptions ultérieures et sur une moitié des profits de la Société. L'autre moitié aurait servi à donner des dividendes aux actionnaires.

Certainement la conception que révèle ce projet n'est pas celle que nous nous faisons d'une société savante. La jonction d'une académie à une sorte d'agence commerciale ne paraît pas bien pratique ; il est difficile que l'intervention

de la Société dans les questions industrielles, n'arrive pas à lèser les intérêts de quelques sociétaires et ne soit une cause de dissentiment et de rupture.

Heureusement pour la Société géologique de France, les amis auxquels C. Prévost s'adressa étaient tous des savants. Ils s'inspirèrent de ses idées pour les règles de liberté et d'égalité qui devaient présider aux travaux de la société, mais ils éliminèrent complètement la partie commerciale.

Néanmoins ils accédèrent à son désir d'indiquer les applications de la géologie, parmi les buts que devaient se proposer les études de la nouvelle société.

Le procès-verbal de la première séance reflète très bien cette préoccupation. Il y est dit que la Société géologique aurait pour objet de contribuer au progrès de la géologie et de favoriser spécialement en France l'application de cette science aux arts industriels et à l'agriculture (1).

C. Prévost insista plusieurs fois sur l'importance qu'il y avait à ne pas séparer la science appliquée de la science théorique. Nous retrouvons cette idée dans le discours qu'il fit au nouveau roi Louis-Philippe, en lui présentant, comme Vice-Président, la Société géologique de France, le 25 Avril 1830.

« Sire,

» Pour devenir florissantes, les sciences ont besoin de liberté...

» Sous quels auspices plus heureux, la Société géologique de France pouvait-elle naître ?

» Animés du désir de se rendre utiles en propageant le savoir, quelques hommes, qui ont consacré leur vie à l'étude, ont cru pouvoir atteindre leur but en fondant une Société sur des bases nouvelles. N'admettant aucun privi-

(1) Bull. Soc. Géol. France I, p. 5.

lège, ils ont appelé indistinctement les hommes de tous les rangs, de tous les états et de tous les pays, qui, prenant quelqu'intérêt à la science qu'ils cultivent, voudraient contribuer à ses progrès.

» Aussi, grâce aux principes d'égalité et d'indépendance qui la régissent, la Société géologique de France, a reçu dans l'espace de quelques mois, l'adhésion d'un grand nombre de personnes recommandables, qui se sont empressées de s'associer à ses efforts et à ses travaux.

» Dans tous les temps, l'histoire des révolutions que notre planète a éprouvées et la recherche des causes qui les ont produites, ont excité un intérêt puissant; mais aujourd'hui c'est moins comme science spéculative que comme science éminemment utile, par ses nombreuses applications aux arts, à l'industrie et à l'agriculture, que la géologie, devenue positive, a fait depuis peu d'années, tant de prosélytes dans le public éclairé.

» En effet, ce sont les documents fournis par la connaissance exacte de la structure du globe, qui guident le mineur, l'agriculteur, le fabricant, dans la recherche et dans l'extraction des substances qu'ils doivent employer et que la terre renferme dans son sein.

» C'est au géologue que demande des instructions préliminaires indispensables, le sondeur habile qui, au moyen de procédés ingénieux, va chercher dans les profondeurs et ramène à la surface du sol, une eau salutaire, destinée à fertiliser des campagnes stériles et à doter des contrées pauvres, de riches établissements industriels.

» Veuillez, Sire, recevoir les hommages sincères et l'expression du dévouement des membres de la Société géologique de France.

» Encouragés par votre accueil paternel, ils s'efforceront de mériter votre estime ; tous savent que, s'ils parviennent à se rendre utiles au pays ; que, si par leurs travaux, ils

honorent le nom français, ils doivent compter sur l'auguste protection de Votre Majesté. »

Louis-Philippe n'avait probablement pas de connaissances géologiques bien étendues. Il répondit :

« Il est fort difficile de pénétrer dans l'intérieur de la terre pour rechercher les causes des révolutions qu'elle a éprouvées, mais le but que vous vous proposez est éminemment bon et éminemment utile, vous pouvez compter que je protégerai toujours vos efforts. »

Si la Société géologique de France avait eu raison d'exclure toute pensée commerciale de son programme, elle eut peut-être tort de rester presque complètement dans le domaine de la science pure et de négliger les applications de la géologie. Ses publications se seraient répandues davantage, si on y eût trouvé des renseignements plus nombreux sur le gisement des minerais et des combustibles, sur la terre végétale, sur la position des nappes aquifères, etc. Avec ces données pratiques, des notions saines de géologie scientifique eussent peu à peu pénétré dans le monde industriel.

Ingénieurs, exploitants, architectes, hydrographes, agriculteurs, se seraient convaincus qu'il fait bon pour eux d'être un peu géologue. Nous n'assisterions pas à ce singulier spectacle que la plupart de ceux qui travaillent le sol sont dans une ignorance presque absolue de sa structure et de la superposition de ses diverses assises.

Où l'apprendraient-ils ? La géologie est bien inscrite dans le programme des Facultés et des grandes Écoles, mais on ne lui fait qu'une place secondaire. Les élèves s'habituent à la considérer comme une science accessoire. Trop souvent, ils se bornent à en apprendre, pour les examens, quelques mots qu'ils s'empressent d'oublier ensuite. On l'a bannie de l'enseignement secondaire, car on ne

peut donner le nom de géologie à ce qu'on enseigne en cinquième à des enfants, qui ne sont en état, ni de comprendre la stratification, qu'on ne leur montre pas du reste, ni de se faire une idée des grands faits de la science sur la durée des temps et sur la succession des faunes.

Tel n'était pas l'état de l'opinion en 1830. On tenait alors en grand honneur la géologie, toute rudimentaire qu'elle fût encore. On résolut de l'introduire dans l'enseignement. Sur un rapport de Cuvier, une chaire annexe de géologie fut créée à la Sorbonne, près de la Faculté des Sciences ; Constant Prévost y fut appelé.

Ce choix ne fut pas uniquement dû à la recommandation de Cuvier, la politique y eut une grande part. Néanmoins il était très heureux.

Il s'agissait alors de propager les grands principes de la géologie dans le milieu intelligent, qui fréquentait les cours de la Sorbonne. Constant Prévost y était tout préparé par son enseignement à l'Athénée. Au lieu de se perdre dans les détails, il insistait sur les faits généraux et sur les idées théoriques, comme il convenait de le faire en s'adressant à un public d'amateurs.

Sa diction était facile, un peu monotone, mais point fatigante. Son principal défaut était de se répéter beaucoup et sous prétexte de résumer le cours précédent de le recommencer en n'y ajoutant que peu de faits nouveaux. Ces résumés de cours étaient dans les habitudes professorales de l'époque. Ils diminuaient la fatigue d'une séance qui durait une heure et demie et ils permettaient aux auditeurs d'alors, toujours un peu irréguliers, de manquer un cours sans perdre la série de l'enseignement.

Les notes de cours qu'a laissées Constant Prévost ne sont ni assez complètes, ni assez ordonnées pour rétablir son enseignement. Ce serait du reste inutile. La géologie

a fait tant de progrès depuis cette époque qu'on ne pourrait en tirer aucun profit [1]

---

(1) Les personnes qui s'intéressent à l'enseignement de la Géologie liront cependant avec plaisir quelques programmes de cours faits à la Sorbonne.

PROGRAMME DU COURS DE 1842

1 Géologie : définition, but, moyens, rapports avec les autres sciences.
2 Procédés à suivre pour remonter du présent au passé, des faits matériels aux plus hautes conséquences.— Cailloux roulés.— Origine du globe. — Plan du cours.
3 Histoire physique et astronomique de la terre.
4 Enveloppes de la terre : atmosphère, eau, sol.
5 Surface du sol.
6 Éléments chimiques et minéralogiques du sol.
7 Roches, classification.
8-9 Roches quarzeuses, schisteuses, argileuses.
10 Roches feldspathiques, pyroxéniques.
11 Fin des roches.
12 Fossiles.
13-14 Structure du sol.
15 Application au sol parisien.
16-17-18 Formations neptuniennes.
20 Description générale du bassin de Paris.
21-22 Formations plutoniennes : Vésuve.
23 Ile Julia.
24 Théorie des soulèvements.
25 Terrains.
26 Diluvium.
27 Terrains tertiaires.
28-29-30 Terrains tertiaires des environs de Paris.
31 Terrain crétacé.
32 Terrain jurassique, triasique,
33 Terrain houiller.
34 Terrains primaires (résumé).

Excursions

1 Aux buttes Chaumont et au fort de Romainville.
2 Au mont Valérien.
3 A Montmorency.

Après quelques leçons sur l'histoire de la science et sur la nature du globe, il traitait des phénomènes actuels sous le titre de formations aqueuses ou neptuniennes et formations ignées ou plutoniennes.

---

4 A Montmartre.
5 A Vaugirard et à Meudon.
6 A Palaiseau et à Orsay.

PROGRAMME DU COURS DE 1843

1-2-3 Généralités, Géologie, masse planétaire, sol.
4 Étude du sol : composition, structure, âge.
5 Éléments chimiques et minéralogiques du sol.
6 Roches.
7 Fossiles.
8 Structure du sol : joints, strates, masses, dépôts.
9 Puits artésiens. Grenelle.
10 Structure du sol ; grottes, filons, retraits.
11 Récapitulation des roches : généralités sur les formations.
12 Formations sur un sol émergé : dégradations.
13 Talus, dunes, tourbes, glaciers.
14 Terre végétale, stalactites, stalagmites, travertin.
15 Action des eaux courantes.
16 Fleuves, mers, courants.
17 Produits de la cause aqueuse ; formations neptuniennes.
18 Causes ignées : tremblements de terre.
19 Exposé de la théorie des soulèvements. — Éruptions.
20 Vésuve.
21 Etna.
22 Julia, volcans sous marins.
23 Santorin et îles volcaniques, Sabrina.
24 Volcans éteints : volcans en général.
25 Auvergne, Cantal.
26 Produits volcaniques.
27 Récapitulation. Théories des cratères de soulèvement.
28-29 Terrains, divisions du sol.
30 Terrains primaires inférieurs.
31-32 Dévonien.
33 Silurien.
34 (Pas de désignation).
35-36-37 Terrain carbonifère et houiller.
38 Excursion à Longjumeau.
39-40 Terrains carbonifère et muriatifère.

Puis il consacrait quelques leçons aux roches, principalement dans les premières années de son enseignement, les étudiant dans leur composition, dans leur structure, dans leur gisement, dans leur mode de formation et dans leur âge. Pour la description des terrains, il commençait par le terrain houiller, qui était alors le terrain le plus ancien dont la nature fut assez bien connue. Il parlait ensuite des terrains antérieurs en remontant la série, puis des terrains postérieurs en suivant, cette fois, l'ordre chronologique.

Il insistait tout particulièrement sur les terrains tertiaires des environs de Paris. Leur étude constituait, on peut le dire, la base de son enseignement. Il continua à la Sorbonne les excursions géologiques qu'il avait inaugurées comme professeur à l'Athénée, les étendant de plus en plus à mesure que se multipliaient les voies de communication. Dans ses derniers temps, alors que l'état de sa santé le forçait à se faire suppléer dans sa chaire, il continuait encore à conduire les excursions.

Quelques leçons, surtout dans les premières années, étaient consacrées aux questions qu'il avait eu l'habitude de traiter à l'Athénée sur la valeur des fossiles, le diluvium, etc.

Constant Prévost était essentiellement naturaliste. Aussi donnait-il une grande importance à l'étude des fossiles et en particulier des mammifères. Il signalait les caractères des genres et des espèces, leur différence d'avec les espèces actuelles. Son grand talent de dessinateur, augmentait beaucoup l'intérêt de cette partie de son enseignement. Il lui arriva d'employer à la Paléontologie une

---

41 Excursion à Meudon.
42 Terrain jurassique.
43 Excursion à Champigny.
44 Excursion à Creil.

année entière de cours [1]. Il était naturel qu'il protestât lorsqu'on voulut créer à la Sorbonne, une chaire spéciale de Paléontologie.

Souvent, ses auditeurs lui adressaient des lettres pour lui présenter des objections ou lui demander des explications. Il y répondait toujours dans la leçon suivante. C'était une cause de retard dans le programme d'enseignement, mais c'était un moyen de propager et de défendre les vérités géologiques.

Il avait l'esprit très ouvert, très compréhensif. Pour lui, il n'y avait pas de science inutile ; il n'y en avait pas dont le géologue ne put tirer un profit quelconque ; il n'y en avait pas à laquelle il dût rester étranger.

Cette largeur de vue, cette étendue de connaissances, faisait de lui un causeur charmant et un professeur capable d'enseigner toutes les parties alors explorées des Sciences géologiques.

Il fut six fois candidat à l'Institut. Il se vit successivement préférer Cordier, en 1822, Beudant en 1824, Berthier en 1827, et en 1835, Élie de Beaumont.

Ce dernier échec lui fut très sensible, non seulement parce qu'Elie de Beaumont était plus jeune que lui et

---

(1) PROGRAMME DU COURS DE 1834-1835

Généralités, tableau des terrains, fossilisation	6	leçons.
Végétaux fossiles	2	—
Polypiers	2	—
Crustacés, Insectes	3	—
Mollusques	4	—
Poissons	2	—
Reptiles	6	—
Oiseaux	1	—
Mammifères	9	—
Homme	1	—

parce qu'il était son rival scientifique, mais surtout parce qu'il fut abandonné dans sa compétition par son ami, son ancien maître, Brongniart. Quelques années plus tard, il vit encore passer avant lui Dufrénoy. Il ne paraît pas que cette élection l'eût beaucoup chagriné. Il ne parlait de Dufrénoy que comme d'un bon camarade ; puis il se sentait bien supérieur à l'heureux académicien et par conséquent ne se préoccupait pas d'un choix, qui avait été guidé par des sentiments extra-scientifiques. Enfin il fut élu en 1848.

En recherchant avec tant de persévérance un fauteuil à l'Institut, il obéissait à ce sentiment de noble ambition qui domine tous les savants de Paris et qui engendre tant de travaux. Pour ces intelligences d'élite, qui sont l'orgueil du pays, le titre d'académicien est le plus beau qu'un homme puisse porter, et l'habit aux palmes vertes éclipse toutes les broderies de l'administration et de la politique, aussi élevées qu'elles soient.

Dans les familles scientifiques, on se destine à l'Institut. C'est le but à atteindre, c'est l'héritage qu'il ne faut pas laisser en déchéance, c'est l'aiguillon plus puissant peut-être encore que l'amour du travail et le souvenir de l'illustration paternelle. Au grand avantage du progrès intellectuel, tout le monde scientifique et littéraire de Paris respire les mêmes effluves académiques. C'est une atmosphère qu'on ne connaît pas en province.

En dehors de ces candidatures à l'Institut, Constant Prévost ne brigua jamais les honneurs. Malgré ses relations avec plusieurs membres de la famille impériale, il ne demanda ni faveurs, ni dignités. Il ne dépassa pas le grade d'Officier de la légion d'honneur, où il avait été promu en 1848 ; il était chevalier depuis 1834.

Trois fois il fut nommé Président de la Société Géologique de France, en 1834, en 1839 et en 1851. Il y avait

une grande influence. L'aménité de son caractère, son enjouement, sa franche cordialité exerçaient une véritable attraction sur ses confrères, même sur ceux qui n'adoptaient pas ses principes scientifiques.

Il contribua à maintenir au sein de la Société un esprit de discussion amicale qui attirait tant de monde aux séances.

Deshayes a écrit sur ce caractère de la Société et sur le rôle qu'y joua Constant Prévost, quelques lignes qui méritent d'être méditées par tous les sociétaires :

« Il a voulu, et c'est là un des beaux côtés de notre institution, que la discussion y soit parfaitement libre. C'est en effet par la discussion calme et mesurée, même quelquefois animée par le zèle plus ardent de la jeunesse ou la profondeur des convictions, que la science reçoit les plus vives lumières. Souvent, à dessein, Constant Prévost jetait parmi nous des idées très avancées ou nouvelles, pour les éclaircir à ce foyer lumineux de la discussion. Nous le vîmes souvent soutenir avec persistance des opinions qu'il croyait être l'expression de la vérité; mais toujours, dans les plus mémorables circonstances, il garda la plus exquise politesse, faisant toujours ressortir son pur amour de la science et de la vérité. Ces combats, ne cessait-il de répéter, doivent se faire avec des armes courtoises : il faut chercher l'erreur pour la détruire sans blesser les personnes. Ce salutaire exemple a fait régner au sein de la Société cette bonne, cette salutaire fraternité qui, en nous unissant de cœur et d'intention avec notre fondateur, a repoussé loin de nous ces acrimonies qui, pour un mince sujet, éloignent souvent les hommes les mieux faits pour s'entendre. »

Constant Prévost profitait de son titre de fondateur pour rappeler la Société à l'observation du règlement.

Il y avait un article qu'il avait fait insérer et auquel il tenait tout particulièrement, c'est le résumé des travaux géologiques, qui devait être fait par un secrétaire ou par un membre du bureau. Il comprenait qu'il est nécessaire à un savant de connaître tous les travaux qui paraissent dans sa spécialité ; il se disait qu'en France surtout, où la connaissance des langues étrangères était alors si peu répandue (1), on avait besoin d'une revue des travaux faits à l'étranger.

C'est à son initiative que l'on doit le résumé des progrès des Sciences géologiques en 1833 fait par le savant Boué, qui était, selon l'expression de Constant Prévost, la personnification de la confraternité géologique internationale. C'est à la suite de ses observations que d'Archiac entreprit l'Histoire des progrès de la Géologie, qui dévia rapidement de son but, et devint un traité didactique, plutôt qu'un compte-rendu de travaux.

Après d'Archiac, l'œuvre fut interrompue jusqu'à ce qu'elle fut reprise en 1860 par deux vaillants géologues, MM. Delesse et De Lapparent.

Arrêtée de nouveau en 1880, elle vient de renaître en 1886 dans l'Annuaire de MM. Carez et Douvillé.

Ces essais multiples que séparent des intervalles stériles, montrent à la fois l'importance de l'œuvre et sa difficulté. En faisant remonter à Constant Prévost l'idée de ces résumés, ce serait commettre une injustice que de ne pas citer les noms de ceux qui ont bien voulu et qui veulent bien encore sacrifier leur temps à combler les immenses lacunes de nos lectures.

Bien des fois, Constant Prévost insista sur le caractère essentiellement libéral que devait avoir la Société géolo-

---

(1) C'était l'époque où Chateaubriant écrivait que les Français, pour s'éviter la peine d'apprendre les langues étrangères, avaient, les armes à la main, enseigné la leur à toutes les nations.

gique. « Ce n'est pas une académie qui se recrute au choix, c'est une société ouverte, où peut entrer quiconque s'intéresse à la science. Elle ne juge pas ; elle ne décide pas que telle ou telle hypothèse est vraie, que tel ou tel fait est certain. C'est une tribune ouverte à tous les membres où peuvent se produire toutes les opinions. »

En 1847, on discutait si on insérerait dans le Bulletin, un article qui critiquait vivement, trop vivement même, un mémoire dû à un géologue, dont les collègues et les amis étaient nombreux dans la société.

Constant Prévost soutint que le Bulletin devait être ouvert à toutes les critiques, à toutes les réclamations faites en termes convenables ; la Société ne doit repousser que les injures et ne peut se faire juge des erreurs. « Je vote donc, dit-il, pour l'insertion du mémoire de M. P., en engageant l'auteur à retrancher les expressions qui pourraient paraître blessantes et sans intérêt pour la cause qu'il s'efforce de soutenir. »

On lira dans les chapitres suivants les diverses opinions géologiques de Constant Prévost.

Quant à ses pensées intimes, il les a consignées en partie dans quelques pages que j'ai retrouvées dans ses papiers et que je cite presque textuellement, en me bornant à compléter les phrases et à élaguer les doubles emplois sans modifier, en aucune manière, les idées, voir même, les expressions.

Ces pages sont intitulées : *Quarante années d'études, d'observations et de méditations par un naturaliste géologue.* On y reconnaîtra la contemplation des harmonies de la nature dont Bernardin de Saint-Pierre et Jean-Jacques Rousseau avaient imprégné leur siècle. On y trouvera la préoccupation de se disculper de l'accusation d'irréligion, que bien des esprits portaient alors contre les géologues, parce qu'ils repoussaient l'interprétation littérale de la

Bible. On y verra Constant Prévost s'excusant naïvement d'avoir réussi auprès de ses amis moins heureux. Enfin, on y lira facilement les sentiments d'amertume que lui avaient laissés ses luttes contre des rivaux sortis des grandes Ecoles ou ornés de titres universitaires.

« Que peut savoir l'homme qui a le plus consciencieusement vu et appris, à côté de ce qu'il ignore ? Combien de doutes s'élèvent dans son esprit pour une certitude acquise ! »

» Combien s'étend pour lui l'horizon de l'inconnu à mesure qu'il s'élève au-dessus du champ de l'ignorance.

» Ce n'est pas que le résultat des efforts de l'esprit humain soit décourageant pour le philosophe, car tout en apprenant que ce qu'il connaît est peu de chose comparativement à ce qu'il ignore, il n'est pas moins émerveillé de la grandeur et de l'importance des connaissances acquises. Il est fier de voir que son intelligence s'est élevée jusqu'à pouvoir suivre dans l'espace les astres qui le sillonnent, à calculer leur distance, à reconnaître les lois qui les régissent, à remuer les documents de l'histoire de la terre, à se faire une idée de son origine et des divers états par lesquels elle a passé, à embrasser l'ensemble des êtres créés, à saisir les grandes lois de leur organisation, à découvrir les phénomènes physiques de la vie, à contempler cet ordre, cette harmonie, cette prévoyance qui caractérise l'univers, à se convaincre que tout cela ne peut être l'effet du hasard. »

« L'homme, qui a force de travail, d'observation, de méditation est arrivé à ce point de haute sagesse de se connaître lui-même, comprend que, quelque étendu que soit le champ de la science, une limite le sépare des régions que son intelligence ne pourra jamais atteindre. Trop sage pour chercher l'impossible, il jouit du savoir qui est à sa portée, il ne s'afflige pas de son impuissance. N'a-t-il pas à chaque instant l'occasion de se familiariser avec elle ? »

« Quel est l'astronome qui peut comprendre la limite de l'espace et se faire une idée de l'infini ? Est-il plus facile au philosophe de comprendre ce que c'est que le commencement des temps ou ce qu'est l'éternité ? »

« Quel naturaliste arrive à se rendre compte de l'existence d'un être quelconque, aussi bien d'un ciron, d'un insecte que d'un brochet, d'un aigle, d'un éléphant, d'un homme, sans admettre la préexistence d'êtres semblables. »

« Quel mystère que la première création ! Quels mystères que la vie, que l'instinct, que la pensée ! ! »

« La science positive ne peut aller au delà de ce que l'observation et le raisonnement apprennent. Mais il faut que ces instruments soient bons et d'accord, sans cela que d'erreurs possibles ! »

« Ce n'est que par la connaissance que l'on a de soi que l'on peut arriver à juger des autres ; c'est par les faits qu'on observe, par leur comparaison, par l'expérience, (lisez expérimentation) que l'on peut lier les effets aux causes, le connu à l'inconnu. »

« On peut ainsi non seulement connaître ce qui se passe sous nos yeux, mais remonter de proche en proche dans le passé. »

« En dehors de cette immense arène dans laquelle l'esprit humain peut s'agiter à l'aise pour chercher la vérité, sa raison, aussi bien qu'un sentiment indéfinissable, lui démontre qu'il est d'autres vérités qu'il ne peut et ne pourra jamais comprendre. »

« Il entrevoit l'ensemble du système du monde ; il sait qu'au delà des astres visibles à l'œil nu, il en est d'autres que des lunettes de plus en plus fortes lui font apercevoir ; il devine qu'au delà il en existe encore. Mais peut-il comprendre dans son esprit où sont les derniers de ces astres, où finit l'univers et ce qu'il y aurait au delà. »

« Un point sur lequel il faut bien insister, c'est qu'il est

pour l'homme deux ordres de vérité : celles qu'il peut reconnaître par ses sens et celles dont il a le sentiment. »

« Arriver à démontrer quelques-unes des secondes par les premières est le seul effort possible. Mais il faut bien distinguer les vérités qui se démontrent par des preuves, qui déterminent la conviction, et qui constituent la science, des vérités qui s'enseignent, qu'il faut croire sans s'en rendre compte, qui produisent aussi la conviction, mais qui constituent le domaine de la foi et de la religion. »

« Ces deux ordres de vérité sont indépendants l'un de l'autre et c'est une grave erreur que l'idée de les concilier. Un phénomène physique et un miracle sont deux choses incompatibles. Vouloir prouver un miracle par un fait physique, c'est nier le miracle, c'est compromettre la foi. »

Puis vient un programme que Constant Prévost avait l'intention de développer, mais qui est trop vague pour être reproduit.

Il reprend : « Dans les temps républicains, alors que j'étais élève des Écoles centrales, on se bornait à bien mériter de la loi et de la patrie ; on ne demandait pas de titres, de places, d'argent. Il y avait égalité entre les maîtres et les élèves. »

« Mes maîtres étaient, Cuvier et Brongniart, mes condisciples, Desmarets, Leman, Brard, Regglé. »

« C'est qu'alors une atmosphère de cette liberté sans excès, de cette égalité pure de toute passion, qui convient si bien à la science, rapprochait sans arrière pensée celui qui savait de ceux qui voulaient s'instruire. »

« Dans ces beaux temps, où, à la tempête passagère qui détruit les anciens préjugés, succédait une ère de calme et d'espoir encore vierge de préjugés nouveaux, personne, ni maître, ni écolier, ni parent, ne songeait à se demander ou mène telle ou telle étude. »

« Dans l'étude, on ne voyait que le bonheur de connaître

la vérité. Le plaisir de la chercher, l'espérance de la rencontrer, suffisaient pour faire naître une vocation. »

« Dans ce temps on ne faisait pas de la science pour devenir baron, député ou pair de la France, pour orner sa boutonnière de rubans, pour cumuler de riches émoluments. Point de princes de la science, ni aussi de courtisans. L'amour de la vérité et celui du pays remplaçaient toutes les petites rivalités d'école, de corps et de camaraderie. »

« La culture des sciences ne se faisait pas en société et par actions. Les savants n'étaient pas classés officiellement, les élèves savants n'étaient pas enregimentés. »

« Pour avoir le droit d'établir un ponceau sur un égoût national, pour faire charger de pavés et de pierres une route nationale, pour exploiter des minerais, creuser des carrières, élever des redoutes, faire tirer le canon, il n'était pas obligatoire d'avoir, avant 18 ans, eu l'avantage d'être choisi, de payer une pension, de sortir avec tel ou tel numéro suivant les caprices du sort, l'état de santé, et quelquefois suivant que l'on a tel ou tel examinateur. »

« Tout étudiant pouvait devenir ingénieur ou savant, comme tout soldat devenait général, comme l'étaient devenu Vauban, d'Alembert, Berthollet, Lagrange, Monge, La Place. On devenait naturaliste, professeur, sans avoir été bachelier, licencié, docteur, agrégé, comme l'étaient devenu Camper, Vic d'Azir, Cuvier, de Jussieu, Desfontaines, Thouin, de Lamarck, Geoffroy St-Hilaire. »

« La vocation était tout, le privilège rien. Il est vrai qu'alors c'étaient les travaux de chacun et le jugement de tous qui servaient de règle. Il ne suffisait pas pour arriver de s'attacher au char de quelque savant en renom et d'avoir des amis ou des camarades pour exalter ses intentions et ses projets. »

« Les compagnies savantes avaient le loisir d'entendre

des travaux sérieux avant de porter des jugements qui n'étaient pas sans appel, tant l'esprit d'indépendance et de discussion était libre. »

« Les sociétés étaient des arènes ouvertes à la discussion. Les amis restaient amis malgré leurs opinions différentes. Les savants ne se réunissaient pas pour entendre l'énoncé des travaux projetés par les auteurs, et leurs archives ne se bornaient pas à être des bureaux d'annonces ».

« Le commerce de la librairie était moins prospère, l'illustration et les figures ne tenaient pas lieu d'observation. »

« Mes bons amis, vous qui n'avez pas fléchi devant le nouveau régime et n'avez pu parvenir, vous m'accusez peut-être d'avoir été moins rigide. »

« Excusez-moi. J'ai comme vous consacré plus de vingt ans aux sciences sans espoir d'arriver à quelque position. Mes anciens maîtres ne m'ont pas moins abandonné que vous. Il a fallu des circonstances indépendantes de leur volonté et de la mienne, une révolution toute politique, pour me faire franchir la barrière qui, jusque là, s'était toujours élevée devant nous. »

« J'ai l'honneur d'être professeur à la Faculté des Sciences de Paris, mais j'ai gardé toute mon indépendance. Cinq fois j'ai été porté comme candidat à l'Académie des Sciences, je ne le dois à la faveur d'aucun patron puissant. Sans camarade, j'ai lutté avec avantage contre d'honorables compétiteurs sans cesser de soutenir des opinions contraires à celles de la plupart de mes juges. »

Les réflexions de Constant Prévost s'arrêtent ici. S'il a jamais songé à les publier, il y a renoncé et il a eu raison. La peinture qu'il fait des temps républicains est une œuvre de pure imagination, un souvenir exagéré de son heureuse jeunesse, à un moment où la société sortie des affres de la guillotine s'épanouissait dans la joie de vivre

encore. Il décrit une Salente incompatible avec les faiblesses humaines.

Néanmoins bien des esprits éclairés trouveront avec Constant Prévost que le système d'examen qui préside au recrutement de notre personnel scientifique n'est pas à l'abri de toute critique. Il subordonne le travail persévérant de l'âge mûr à l'intelligence précoce et à la mémoire de la première jeunesse. Il comprime l'originalité et développe outre mesure l'esprit d'imitation.

Ces quelques pages d'épanchement mélancolique nous donnent, sur les convictions et les idées de Constant Prévost, des aperçus dont on ne peut récuser l'exactitude.

On l'a accusé d'être un esprit fâcheux, de chercher la polémique, de se présenter sur la brèche chaque fois que l'on annonçait une nouveauté géologique. Certainement, il se croyait le droit de discuter les nouvelles théories ; il estimait même que c'était son devoir de les combattre s'il les jugeait fausses. Il croyait que le savant se doit à lui-même d'être le champion irréductible de la vérité. Mais quelles que fussent la force et la chaleur qu'il apportait dans ses discussions, il n'oublia jamais les sentiments d'estime et de courtoisie qu'il devait à ses adversaires.

Autant Constant Prévost aimait à parler, autant il répugnait à écrire. Il ne se décidait à prendre la plume que lorsque le secrétaire de l'Académie ou celui de la Société géologique lui demandaient la copie de sa communication.

Il recommençait sa rédaction plusieurs fois et il lui arrivait même, après avoir écrit quelques pages, d'y renoncer complètement.

On trouve dans ses papiers plusieurs mémoires commencés, mais à peine ébauchés. Il y a sur des idées générales quelques phrases d'introduction qui ne sont même pas terminées ; puis vient un programme des chapitres qu'il devait traiter, et c'est tout.

Dr G. Pilarski

15, rue Morère. — Paris

Portraits à la plume et au lavis par

Constant Prévost

pendant son voyage en Normandie.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Tout en pensant à son sujet, il se mettait à dessiner, ses papiers sont couverts de croquis de toute nature.

Ses carnets de voyage sont remplis de dessins, vues, coupes, fossiles, personnages. Ses portraits à la plume sont pris sur le vif ; qu'il s'agisse d'un savant, d'un homme du peuple, d'une paysanne, il suffit de les voir pour se dire qu'ils sont ressemblants (1).

Il avait aussi une grande dextérité de main, réunie à un esprit inventif ; on retrouve dans ses papiers des descriptions d'appareils qu'il avait inventés, mais qui n'ont plus maintenant d'intérêt.

Constant Prévost avait compris depuis longtemps qu'en géologie comme dans toutes les sciences naturelles, l'expérience devait se mêler à l'observation et servir de base aux théories. On lit dans ses notes une série de projets d'expériences.

En voici quelques-unes :

1° Imiter les coulées de lave avec de la cire fondue : si le cratère a le bord découpé, on doit avoir une coulée ; si les bords sont de niveau, le débordement sera régulier, on aura une nappe.

2° Faire la même expérience sous l'eau.

3° Mettre au fond d'un vase du potassium recouvert par une couche d'huile ou d'argile pétrie avec de l'huile, au-dessus des couches de sable. — Enfoncer un tube à travers les couches supérieures jusqu'au potassium, faire pénétrer de l'eau par ce tube, analyser les effets et les produits.

4° Faire des meulières avec du calcaire siliceux en dissolvant le calcaire.

5° Faire des silex dans de l'argile délayée avec une solution siliceuse.

6° Faire l'agate rubannée avec de la silice colorée.

---

(1) Quelques-uns ont été reproduits par la photographie sur la planche ci-contre. Presque toutes les coupes ou dessins qui figurent dans les pages suivantes, sont extraits textuellement de ses carnets.

7° Faire buste en marbre avec moule de fonte et craie. Répéter les expériences de Hall.

Il avait imaginé quelques expériences sur la sédimentation dont il communiqua le résultat à la Société géologique.

« J'ai mis du sable et du sable ferrugineux lourd sur un sédiment argileux fin, gris ou jaune. Le sable ferrugineux noir et lourd traverse le sédiment, le sable quarzeux blanc reste dessus. »

« J'ai fait un mélange d'argile jaune, d'ocre rouge et de sable coquiller. Après avoir agité, j'ai laissé déposer en inclinant le vase ; il s'est formé des dépôts distincts par ordre de pesanteur spécifique. Après avoir laissé reposer et tasser, j'ai replacé le vase horizontalement. Une partie des sédiments a glissé et s'est suspendue dans l'eau. J'ai incliné dans un sens opposé et j'ai obtenu des sédiments qui se coupaient dans un angle de..... »

Il est impossible de raconter la vie scientifique de Constant Prévost sans parler de son amitié avec Blainville. Ils s'étaient rencontrés au Collège de France, au cours de Cuvier ; ils avaient fréquenté ensemble le laboratoire de l'illustre anatomiste ; pendant plusieurs années, ils avaient habité sous le même toit et leur amitié ne cessa qu'avec la vie. Cependant la politique, les opinions religieuses et quelquefois même les principes scientifiques les séparaient ; mais ils avaient bien des ressemblances de caractère. Même esprit d'indépendance, même entêtement à défendre à outrance leurs opinions, même résistance à plier devant les autorités scientifiques officielles ; même liberté dans la critique des théories, quelque élevés dans la science qu'en fussent leurs auteurs; même méthode pour passer du connu à l'inconnu, de la certitude à la conjecture; enfin et par dessus tout même passion pour la vérité.

Constant Prévost s'éteignit aux Molières au milieu de sa famille le 17 août 1856.

CHAPITRE II

DOCTRINE DES CAUSES ACTUELLES

Le propre de l'esprit humain est de chercher à expliquer toutes choses. La recherche des causes est le véritable domaine de la science ; c'est le but invariable vers lequel tend tout homme d'étude. Depuis que l'humanité pense, d'Hésiode à Pasteur, le génie de la science a cherché à gravir ces sentiers qui partent du plus profond de nous-même, de notre home intérieur, et qui s'élèvent par bien des méandres, à travers les brouillards et les précipices, vers la région inaccessible des causes premières. A certains moments, il a atteint quelques-uns de ces sommets secondaires, où le voyageur se repose en jetant un coup d'œil de satisfaction sur le chemin parcouru ; mais, il faut le reconnaître, bien de ces sommets n'étaient que des pointes isolées qu'il a fallu abandonner et redescendre pour recommencer l'ascension par une voie différente.

C'est l'histoire de toutes les théories que l'on a faites pour expliquer la formation de la terre.

Comme des jeunes gens enthousiastes et inexpérimentés en face d'une montagne, les premiers pionniers de la science de la terre voulurent gravir directement vers le point qui était leur idéal. Tentatives infructueuses, que l'on peut rappeler, si l'on veut faire l'histoire de l'esprit humain, mais qui n'eurent aucune influence sur la marche de la géologie.

A quoi servirent les théories d'Anaximandre, de Xénophane, de Xanthus, de Théophraste, de Pythagore, d'Aristote. A peine purent-ils arriver à constater la présence des coquilles marines sur les continents et par suite à supposer des changements dans les limites de la mer. Toutes les connaissances géologiques positives de l'humanité ancienne se résument dans ces vers d'Ovide si souvent cités.

.....Vidi factas ex œquore terras.
Et procul a pelago conchœ jacuere marinœ.

Le Moyen-âge perdit complètement de vue la géologie comme toutes les autres sciences de la nature.

C'est seulement à la Renaissance que l'attention fut ramenée sur l'observation directe du monde physique. Ce fut l'œuvre d'hommes de génie, ingénieurs, industriels, médecins, qui creusaient des canaux comme Léonard de Vinci, qui exploitaient la terre comme Bernard Palissy, qui, comme Stenon, étudiaient l'anatomie des animaux marins et saisissaient leurs analogies avec les pierres figurées. Ils parvinrent à reconnaître l'origine organique de ces pierres et à déclarer que la mer avait autrefois couvert certaines parties de la terre.

A côté d'eux, des philosophes comme Leibnitz et Descartes, pour ne citer que les plus célèbres, commençaient à disserter sur l'origine du monde.

Le public ne voyait encore dans les fossiles que des jeux de la nature. Les plus avancés admettaient que la présence des coquilles marines sur la montagne était une

preuve du déluge et considéraient les os des grands animaux fossiles comme des restes de géants. Voltaire donnait la note gaie, en disant que les coquilles avaient été portées sur les montagnes par les pélerins et les éléphants fossiles amenés en Gaule et en Italie par Annibal.

Cependant les habitudes d'observation se multipliaient. Dans la deuxième partie du dix-huitième siècle, des savants italiens font des sondages dans l'Adriatique ; l'examen des vallées de la Bourgogne révèle à Buffon l'importance des ravinements produits par les fleuves ; Lavoisier reconnaît la distribution des terrains aux environs de Paris ; Pallas découvre les Mammouths dans le sol glacé de la Sibérie ; de Saussure constate le redressement des couches dans les Alpes ; Dolomieu parcourt la Calabre agitée par les tremblements de terre.

Néanmoins toutes ces observations restaient isolées parce qu'il n'y avait pas d'enseignement géologique. Les savants, partant de leurs propres études, dont le champ était toujours très limité, prétendaient découvrir l'origine du monde et expliquer tous les faits géologiques.

Lorsque l'observation manquait, ce qui était le cas le plus ordinaire, ils y suppléaient par le raisonnement et lorsque le raisonnement était insuffisant, ils faisaient appel à l'imagination. Buffon écrivait *les Époques de la nature* et la *Théorie de la terre* ; Lazaro Moro, son livre sur *les corps marins que l'on découvre dans les montagnes ;* Deluc son *Traité de géologie* et ses *Lettres* ; Hutton, sa *Théorie de la terre.*

Cette habitude de combler les lacunes de la science par des conceptions arbitraires, plus ou moins logiques, se poursuivit pendant toute la fin du dix-huitième siècle, et se continua même, chez les savants, dans la première moitié du dix-neuvième. On en verra de nombreux exemples dans le cours de cette étude.

Quant à l'attention publique, il fallait pour l'attirer sur la géologie, autre chose que des théories qui se contredisaient entre elles et qui ne paraissaient basées que sur des hypothèses. Il fallait des découvertes positives parfaitement constatées et dont les conséquences immédiates s'imposassent à tous les esprits. Ce fut l'œuvre de Cuvier.

Jusqu'alors on n'avait guère signalé à l'état fossile que des coquilles marines ou de grands ossements, que les naturalistes avaient rapportés à l'Eléphant. A la première séance publique tenue par l'Institut de France nouvellement créé, le 1er pluviôse an IV (20 janvier 1796), Cuvier lut un mémoire où il démontrait que l'Eléphant fossile appartient à une espèce perdue, différente des Eléphants actuels. C'était la première manifestation publique de travaux destinés à renouveler la zoologie et à créer la paléontologie.

En étudiant les os fossiles, recueillis en grand nombre dans les platrières de Paris, il reconnut qu'ils appartenaient à des êtres qui ne vivent plus de nos jours. Alors se livrant à un examen comparatif des animaux existants, il découvrit des lois d'homologie entre tous les organes d'un même être ; tous concourent au même but, qui est de servir de la manière la plus complète et la plus économique à la vie propre de l'animal ; tous sont appropriés à leurs fonctions ; tous sont entre-eux dans des rapports de dépendance et de coordination, de telle sorte que la disposition de l'un d'eux peut faire pressentir la forme et la fonction des autres.

Grâce à ces principes, dont Cuvier exagérait du reste la généralité, il put reconstituer les êtres fossiles ensevelis depuis tant de siècles et dont la science avait jusque là ignoré l'existence.

On comprend l'enthousiasme qui s'empara des savants à l'annonce de ce domaine nouveau si brillamment ouvert à l'étude ; on comprend que les découvertes de Cuvier,

propagées rapidement dans le monde, l'ait rempli d'une profonde admiration pour cette science de la paléontologie, qui apparaissait comme un Dieu, capable de ressusciter les générations éteintes. Le nom de Cuvier était dans toutes les bouches. Le jeune d'Omalius d'Halloy écrivait à ses parents en 1803, en leur annonçant qu'il allait suivre le cours d'anatomie comparée du Muséum : « Cuvier, le célèbre Cuvier, nom que les amants des sciences ne peuvent entendre sans émotion, vient de commencer son cours ! » (1). Comme conclusion de ses *Recherches sur les ossements fossiles*, Cuvier écrivit en 1822 le *Discours sur les Révolutions du globe*, où la magie du style se joignait à la puissance de l'idée et à la richesse de la science (2).

On y lit : « Examinons maintenant ce qui se passe aujourd'hui sur le globe ; analysons les causes qui agissent encore à sa surface et déterminons l'étendue possible de leurs effets. C'est une partie de l'histoire de la terre d'autant plus importante que l'on a cru pendant longtemps pouvoir expliquer par les causes actuelles les révolutions antérieures, comme on explique aisément dans l'histoire politique les événements passés, quand on connaît bien les passions et les intrigues de nos jours. Mais nous allons malheureusement voir qu'il n'en est pas ainsi dans l'histoire physique : le fil des opérations est rompu ; la marche de la nature est changée ; et aucun des agents qu'elle emploie aujourd'hui ne lui aurait suffi pour produire ses anciens ouvrages (3). »

Après avoir jeté un coup d'œil sur les principaux phénomènes géologiques que l'on observe actuellement

---

(1) *Notice sur la vie et les travaux de J.-B. J. d'Omalius d'Halloy*, par E. Dupont.

(2) La première édition de ce livre porte le titre de *Discours sur la théorie de la terre, servant d'introduction aux recherches sur les ossements fossiles.*

(3) *Discours sur les révol. du globe.* 3e édition 1825, p. 27 et 28.

sur les continents, il ajoute : « Ainsi, nous le répétons, c'est en vain que l'on cherche dans les forces qui agissent maintenant à la surface de la terre des causes suffisantes pour produire les révolutions et les catastrophes dont son enveloppe nous montre les traces (1). »

« Y eut-il une diminution graduelle des eaux ? la mer transporta-t-elle dans tous les sens des matières solides ? la température du globe diminua-t-elle ou augmenta-t-elle ? ce n'est rien de tout cela qui a renversé nos couches, qui a revêtu de glace de grands quadrupèdes avec leur chair et leur peau, qui a mis à sec des coquillages aujourd'hui encore aussi bien conservés que si on les eut pêchés vivants, qui a détruit des espèces et des genres entiers (2). »

On voit par ces citations que Cuvier admettait que la terre avait subi plusieurs révolutions ou catastrophes. Plusieurs fois, d'après lui, un même pays avait été couvert par la mer ; puis était devenu continent pour replonger plus tard sous les eaux de l'Océan. Ce sont ces invasions subites de la mer qui avaient détruit les animaux dont on retrouve les restes à l'état fossile.

Le *Discours sur les révolutions du globe* fut accueilli avec la faveur que l'on devait à son illustre auteur et considéré comme le dernier mot de la science.

La première protestation contre les idées de Cuvier vint de Constant Prévost. C'était l'époque où la Société Philomatique, que l'on appelait l'antichambre de l'Institut, recevait avec plaisir les critiques contre les idées des puissants du jour.

Constant Prévost y lut en 1825 un mémoire (3) où il

---

(1) *Discours sur les révol. du globe.* 3e édition 1852, p. 41. — (2) id. p. 42.

(3) Bull. Soc. Phil. Juin 1825.

disait avoir été conduit à cette idée fondamentale. « Qu'autour de nous, soit sur la terre, soit sous les eaux, soit au sein et dans le voisinage des volcans, il se produit des phénomènes dont les causes ne diffèrent pas essentiellement de celles qui, dans les temps plus ou moins éloignés, ont successivement donné les divers états géologiques. »

La doctrine des causes actuelles y est parfaitement définie. Cependant il n'y avait pas contradiction absolue avec les idées de Cuvier. Celui-ci n'avait parlé que des révolutions. Il n'avait pas nié d'une manière explicite que, dans l'intervalle des révolutions, il n'y eût des formations analogues à celles qui se produisent de nos jours.

Deux ans plus tard, en 1827, Constant Prévost reprit les mêmes idées dans une dissertation lue à l'Institut, dans les séances du 18 juin et du 2 juillet. Le but de cette dissertation intitulée : *Les continents actuels ont-ils été à plusieurs reprises submergés par la mer ?* était d'établir que les couches avec coquilles d'eau douce qui sont intercalées à plusieurs niveaux dans les couches marines du bassin de Paris, se sont déposées dans la mer, et y ont été amenées par les fleuves. Ainsi Constant Prévost n'admettait pas, comme l'avait dit Cuvier, que la mer était venue à plusieurs reprises couvrir les environs de Paris. Il croyait, et en cela il avait tort, que l'emplacement de Paris avait été recouvert, d'une manière continue par la mer jusqu'à son émersion définitive. C'était nier une partie des révolutions admises par Cuvier.

Dans les pages préliminaires, il se pose nettement comme l'adversaire de l'illustre savant. Il écrit : « Dans cette étude des terrains les plus récemment formés, il m'a toujours semblé possible de faire avec succès l'application de l'analyse la plus rigoureuse et de marcher par voie d'analogie, en procédant toujours du connu à l'in-

connu, passant de l'examen des causes qui agissent maintenant à la surface de la terre et de celui des effets actuellement produits, à la recherche des effets et des causes qui se sont succédés dans les âges écoulés. Je n'ai été arrêté nulle part dans cette tentative de lier le passé au présent par ce que l'on appelle une limite tranchée entre la nature ancienne et la nature actuelle ; partout, au contraire, j'ai cru apercevoir des nuances, des passages, et je n'ai pu me convaincre qu'il serait superflu de chercher dans l'ordre présent des choses, l'explication des phénomènes qui ont eu lieu sur la terre dans les temps reculés ; mon expérience s'est refusée à penser, comme le disait Cuvier dans le *Discours sur les Révolutions du globe*, que le fil des opérations est rompu, que la marche de la nature est changée et qu'aucun des agents qu'elle emploie aujourd'hui ne lui aurait suffi pour produire ses anciens ouvrages. »

La dissertation de Constant Prévost ne fut publiée qu'en 1828 dans le IVe volume des Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle (1).

Deux ans plus tard, en 1830, paraissaient à Londres les *Principes de Géologie* de Lyell.

Lyell proclamait aussi que les anciens terrains se sont formés comme se forment encore les dépôts contemporains et sous l'influence des mêmes causes. Il analysait avec soin les phénomènes géologiques actuels, puis il s'en servait pour l'explication de quelques-uns des faits géologiques anciens.

Lyell appartenait à l'école d'Edimbourg, illustrée par Hutton et Playfair. Hutton avait pris pour base de sa *Théorie de la terre* le renouvellement continu des continents. Chaque jour, sous l'influence des actions météo-

(1) Elle fut réimprimée avec des notes additionnelles et d'autres mémoires du même auteur dans un petit volume intitulé *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires*.

riques, les roches, même les plus dures, se désagrègent et se décomposent ; leurs débris entraînés par les pluies, par les ruisseaux, par les rivières vont à la mer, où ils se déposent en strates successifs sur le fond de l'Océan. Ainsi les continents se démolissent peu à peu et ils finiraient par être ramenés au niveau de la mer, si à certaines époques une force interne ne soulevait le fond des bassins océaniques et ne créait de nouvelles terres qui deviendront l'objet des mêmes actions de destruction.

Pour expliquer comment des roches primitivement meubles, telles que les sables et les boues, avaient pu devenir solides et même être transformées en roches cristallines, il avait encore recours à la chaleur interne, qui pouvait produire leur fusion au moins partielle.

Hutton, qui avait beaucoup observé et médité, avait enveloppé sa pensée de tant d'obscurité que son livre resta à peu près inconnu sur le continent, jusqu'à ce que son disciple et ami Playfair en fit un exposé aussi éloquent qu'enthousiaste. Bien mieux qu'Hutton, il insista sur la constance des lois de la nature au milieu de tous les changements de la terre. Lyell fut le continuateur de Playfair et, plus encore que lui, contribua à faire prévaloir les idées de Hutton.

Les principes théoriques soutenus par Constant Prévost en France et par Lyell en Angleterre ont été désignés sous le nom de Théorie des causes actuelles.

La pensée première, celle de chercher dans l'observation des phénomènes présents l'explication des phénomènes passés, est tellement naturelle qu'elle a dû venir à l'idée de tous les savants. Elle appartient à l'humanité tout entière. Mais, réunir les faits en corps de doctrine et opposer cette doctrine aux hypothèses de Cuvier fut l'œuvre de Constant Prévost et de Lyell.

La priorité est acquise sans contestation à Constant

Prévost. En 1830, Elie de Beaumont publiait un mémoire sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe.

Il y divise en deux classes distinctes les faits qui ont produit les terrains de sédimentation : l'une comprenant l'accumulation tranquille et progressive de chacun des dépôts de sédiment, l'autre les phénomènes violents et passagers qui ont établi des lignes de démarcation entre les dépôts consécutifs. Il observe que les phénomènes des périodes de tranquillité sont analogues à ceux de la période actuelle et il ajoute la note suivante :

« Mentionner cette analogie, c'est rappeler aux géologues les importants travaux qui l'ont mise en lumière et particulièrement ceux de M. Constant Prévost et les travaux plus récents de M. Lyell, dont l'ouvrage, encore inédit, est cependant déjà connu en France, par les communications amicales de l'auteur. » (1)

Bien que les noms de Constant Prévost et de Lyell soient toujours associés, au premier rang des promoteurs de la théorie des causes actuelles, leurs doctrines sont cependant bien différentes. Plusieurs points essentiels les séparent.

Constant Prévost admet la possibilité de phénomènes brusques et violents ; Lyell la repousse à peu près complètement.

Constant Prévost dit (2), en 1827 : « En feuilletant les archives de l'écorce terrestre, j'ai bien noté des événements nombreux, gigantesques ; j'ai reconnu les traces de révolutions et de bouleversements sans nombre ; mais il a semblé que toutes ces marques d'agitation et de trouble avaient à peine effleuré le mince épiderme qui revêt la terre ; qu'au delà et en deçà tout paraissait être resté calme et immuable, et qu'ainsi il était au moins plus

(1) Ann. Sc. Nat. 1re série XIX, p. 225, 1830.

(2) *Documents* p. 7.

prudent de s'abstenir de toute explication plutôt que d'assigner à des effets aussi limités des causes qui ne sauraient exister que par des infractions aux lois générales de l'Univers. »

Il ajoute dans une note : « Il ne s'ensuit pas que je me sois refusé à croire à des événements qui auraient été les effets de causes insolites, plus ou moins brusques ou violentes ; mais ce que je n'ai pas confondu, ce sont des causes et des effets extraordinaires *possibles*, avec des causes et des effets qui, pour être admis, exigeraient un renversement des lois de la physique ».

Comme exemples d'effets insolites et violents, il citait dans ses cours, l'irruption des eaux de la mer Noire dans la dépression de la mer Caspienne, des dislocations du sol qui donneraient naissance à une émersion extraordinaire, etc. ; il ne repoussait pas la formation brusque et rapide d'une chaîne de montagnes.

Donc, aux yeux de Constant Prévost, il pouvait s'être produit des actions violentes, mais ces événements insolites devaient être la conséquence des lois générales de la physique du monde. Il ne croit pas, du reste, que ces événements violents aient jamais eu pour conséquences une catastrophe générale qui aurait anéanti les êtres vivants et aurait renouvelé la surface de la terre.

Lyell est plus affirmatif ; il dit que sa méthode doit faire rejeter toutes les théories qui admettent qu'à certaines époques, le globe et par suite ses habitants, ont éprouvé des révolutions, de violentes et subites catastrophes (1).

Constant Prévost admet que certaines actions géologiques ont pu avoir une énergie beaucoup plus grande que celles qu'elles possèdent actuellement.

---

(1) *Principes* : Ed. 1873, p. 428.

Lyell croit que tous les phénomènes géologiques ont toujours été tels que nous les voyons. Il confond le principe des causes actuelles avec celui des causes lentes, et il combat les causes violentes à l'égal des causes extra-naturelles.

Constant Prévost porte ses regards sur les premiers états du globe, sur une époque où les phénomènes devaient différer beaucoup de ceux qui sont maintenant en action ; il accepte la fluidité primitive de la terre, la consolidation graduelle de son écorce.

Lyell détourne les yeux de ces premiers âges, il déclare qu'il les ignore et qu'il veut les ignorer ; il cherche à établir que toutes ces hypothèses de chaleur centrale et de fluidité primitive s'appuient sur des bases qui s'écroulent les unes après les autres. Il n'en veut pas ; il dit même que le géologue ne doit pas s'en préoccuper. Il doit se contenter, dit-il, de considérer les monuments les plus anciens qu'il a à tâche d'interpréter, comme appartenant à une période où la croûte terrestre avait déjà acquis une solidité et une épaisseur probablement aussi grandes que celles qu'elle possède aujourd'hui (1).

Sans qu'il se prononce d'une manière positive, il ressort de la lecture des Principes que les couches les plus anciennes connues ne différaient en rien de celles qui se déposent maintenant et qu'elles ont été métamorphosées par une action plutonique, en comprenant sous ce nom toutes les causes modifiantes, qui peuvent être mises en jeu à de grandes profondeurs et sous des conditions qui ne se présentent jamais à la surface. Ces causes, pour Lyell, sont la chaleur souterraine, la pression et l'action de l'eau échauffée. (2) Quant à la chaleur souterraine, il va en

(1) *Principes :* 1873 t. 2 p. 271.
(2) *Principes :* 1873 t. I p. 184.

chercher l'origine dans des phénomènes extérieurs, telle qu'une force électromagnétique se communiquant du soleil à notre globe [1].

L'accueil que reçut la doctrine des causes actuelles fut tout différent en France et en Angleterre.

En Angleterre, les idées de Lyell qui, sous certains rapports, n'étaient autres que celles de Hutton et de Playfair, furent facilement adoptées, puis propagées sans grandes difficultés partout où rayonne la puissance anglaise, c'est-à-dire dans le monde entier.

Il n'en fut pas de même des idées de Constant Prévost en France.

Cuvier ne répondit pas à ses attaques. Dans l'analyse des travaux de l'Académie des Sciences pour 1827, il mentionne le mémoire de Constant Prévost, il le loue de ses observations sur le terrain, parle en termes sarcastiques, mais bienveillants, de ses appréciations sur les causes de l'alternance des sédiments marins et terrestres et se tait complétement sur les idées générales.

Deux ans après la publication de son mémoire, Constant Prévost se trouva en position de propager ses théories dans sa chaire à la Sorbonne ; mais il ne tarda pas à être détourné de son enseignement par sa mission à l'Ile Julia et par les discussions sur les cratères du soulèvement.

D'ailleurs, tant que Cuvier vécut, l'éclat qui s'attachait à son nom était un obstacle au développement de toute idée contraire aux siennes. Après sa mort (1832), une autre gloire s'éleva en face de Constant Prévost et lui barra encore la route.

Élie de Beaumont venait de publier ses premiers écrits sur l'âge relatif du soulèvement des chaînes de montagnes. On croyait qu'autre Champion il était parvenu à déchiffrer

---

(1) *Principes* : 1873 t. II p. 297.

avec une rigueur toute mathématique la chronologie des âges du globe. Il devint du coup le maître de la Géologie française. Or, Élie de Beaumont fit grise mine à la théorie des causes actuelles. Il avait trop de génie, il avait trop observé, en un mot, il était trop géologue pour combattre l'idée en elle-même. Il parait même y avoir attaché une certaine importance, car il y consacra un cours au Collège de France. Les leçons qu'il y fit en 1843 furent réunies en volume sous le titre de *Leçons de Géologie pratique.*

Il divisait les faits géologiques de l'histoire de la terre en deux classes : les uns, analogues aux phénomènes de la période actuelle, se produisaient pendant les périodes de tranquillité ; les autres, violents et passagers, ont marqué la séparation entre les diverses périodes géologiques (1). Il admit que les causes des phénomènes violents ne diffèrent pas dans leur nature de celles qui agissent journellement (2).

Il n'y avait donc pas grande différence de principes sous ce rapport entre Elie de Beaumont et Constant Prévost. Toutefois Elie de Beaumont mettait un hiatus entre les temps anciens et les temps modernes, car il considère ceux-ci comme l'ère spéciale des deltas, des dunes et des cratères (3).

Enfin, il avait relié ses opinions sur l'âge multiple des soulèvements des montagnes aux idées des cataclysmes détruisant tous les êtres animés (4). C'était aussi la pensée de Cuvier qui, bien avant les travaux d'Elie de Baumont, écrivait :

« Les déchirements, les redressements, les renversements des couches plus anciennes ne laissent pas douter

(1) Ann. Sc. Nat. 1e S. XIX, p. 224, 1830.
(2) Ann. des Mines 3e S. X., p. 553.
(3) *Leçons de Géologie pratique* p. 520.
(4) Ann. Sc. Nat. 1e S. XIX p. 226.

que des causes violentes ne les aient mises en l'état où nous les voyons, et même la force des mouvements qu'éprouva la masse des eaux est encore attestée par les amas de débris et de cailloux roulés qui s'interposent en beaucoup d'endroits entre les couches solides. La vie a donc été troublée sur cette terre par des événements effroyables. Des êtres vivants sans nombre ont été victimes de ces catastrophes; les habitants de la terre sèche se sont vus engloutir par les déluges ; les autres qui peuplaient le sein des eaux ont été mis à sec avec le fond des mers subitement relevé. Leurs races mêmes ont fini pour jamais et ne laissent dans le monde que quelques débris à peine reconnaissables pour le naturaliste (1). »

Ce furent les mêmes hypothèses que reprit Alcide d'Orbigny, le grand maître en paléontologie (2). « Chaque fois, dit-il, qu'un système de montagnes a surgi au-dessus des océans, la faune existante a été anéantie par le mouvement prolongé des eaux sur les points disloqués et même sur ceux qui ne le sont pas; et une nouvelle période d'existence ne s'est manifestée que longtemps après le repos de la nature. La séparation par faunes distinctes successives qu'on trouve dans chaque terrain, dans chaque étage géologique, ne serait donc que la conséquence visible des soulèvements et des affaissements de diverses valeurs qu'a dû subir dans toutes ses parties la croûte consolidée de l'écorce terrestre. »

D'Orbigny ne faisait que reproduire les idées régnantes; elles remplissaient tous les ouvrages élémentaires, tous les écrits de vulgarisation.

Il n'y avait peut-être pas une opposition absolue entre l'hypothèse des soulèvements des montagnes et la doctrine des causes actuelles, telle que l'entendait Constant Prévost,

(1) *Discours sur les révolutions du globe*, p. 178.

(2) *Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphique*, p. 135.

puisqu'il acceptait la possibilité de révolutions sous l'influence des causes physiques et que les soulèvements de montagnes pouvaient rentrer dans cet ordre de phénomènes. Mais il y avait une telle opposition d'esprit entre la théorie des cataclysmes et celle des causes actuelles, qu'il était bien difficile d'accepter en même temps l'une et l'autre.

A la séance de la Société Géologique du 20 Mars 1843, Dufrénoy fit une profession de foi géologique qui peint bien l'état de l'opinion à cette époque.

« Toute formation est séparée de la précédente et de celle qui la suit par une révolution du globe. Cette révolution amène la cessation complète des formations sédimentaires et l'action ignée ; puis, les actions sédimentaires recommencent ensuite par des tranports. Ce sont d'abord des amas considérables de poudingues, composés de galets souvent énormes et soudés ensemble ; puis des grès à gros grains, des grès à grains fins, des grès micacés ; puis des argiles qui sont des grès à parties imperceptibles ; puis des marnes, des calcaires argileux et enfin des calcaires parfaitement purs, que ces calcaires proviennent de sources ou d'animaux. Que l'on fasse des puits artésiens dans toutes les formations et l'on trouvera toujours les mêmes résultats.... Ceci n'est pas nouveau, ce sont des idées généralement adoptées [1] .»

En 1840, les *Principes de géologie* avaient été traduits en français sur la quatrième édition anglaise, par Mme Tullia-Meurein, sous les auspices d'Arago. Si on ne connaissait l'animosité d'Arago contre Constant Prévost, on pourrait s'étonner de ne pas trouver dans la traduction française une phrase de la préface, où Lyell reconnaissait l'influence qu'avaient eue sur lui ses conversations avec Constant Prévost.

(1) Bull. Soc. Géol. 1re s, XIV, p. 329.

Faisant l'historique de ses premières publications, il dit : « I had previously (1824-1825) made géological tours both in England and France in company with professor Constant Prévost of Paris, a writer well known to have laboured succesfully in the same field of investigation. »

Ces lignes supprimées dans la traduction française ne reparurent plus dans les éditions anglaises suivantes.

La première traduction des Principes de Géologie ne pénétra guère que chez les savants et l'accueil qu'elle y reçut ne fut pas très favorable.

On peut même dire que les théories de Lyell nuisirent en France à la doctrine des causes actuelles, parce qu'elles repoussaient les cataclysmes d'une manière absolue et qu'elles recouraient uniquement à des forces lentes. Des savants qui eussent admis le principe des causes actuelles, qui se fussent peut-être ralliés aux idées de Constant Prévost, repoussaient celles de Lyell. C'était le cas de d'Omalius d'Halloy.

Il écrivait en 1847 (1). « Une doctrine qui expliquerait toute l'histoire de notre globe par l'action des phénomènes qui se passent actuellement doit mériter la préférence sur celles qui recourent à des hypothèses, qui font intervenir des phénomènes plus énergiques. Personne ne peut élever de doutes à ce sujet, de sorte que la question est de savoir si la doctrine, dite des causes actuelles, ne forme point d'hypothèses, et si elle explique tous les faits constatés par l'observation. »

« Je demanderai en conséquence, si ce n'est point faire des hypothèses, que de dire qu'il se forme, sous les eaux limpides de nos mers actuelles, des dépôts aussi puissants que ceux que nous présente la série des anciens terrains neptuniens ; que les corps organisés, qui sont enveloppés

(1) Bull .Soc Géol. Fr. 2e S. IV. p. 532.

dans ces dépôts, s'y transforment en fossiles semblables à ceux que nous trouvons dans les terrains anciens; que l'action érosive des mers sur les côtes s'exerce depuis des milliers de siècles, et a tranformé d'immenses continents en vastes mers; que la chaleur que l'on observe en s'enfonçant dans l'écorce du globe, ainsi que les phénomènes des volcans et des tremblements de terre, sont dus à des actions chimiques qui se passent dans l'intérieur de cette écorce. »

« Je demanderai, en second lieu, si c'est, par exemple, une explication satisfaisante que celle qui admet que des soulèvements et des affaissements lents, à peu près insensibles, comme ceux que l'on observe en Scandinavie, peuvent produire les plissements et les déchirements de couches que l'on remarque dans nos montagnes. Je dirai que des hypothèses et des explications qui ne remontent qu'à un ordre de choses semblable à celui qui règne actuellement ne satisferont pas notre esprit, qui désire toujours remonter aussi loin que possible. Je sais qu'il est un terme où l'investigation du naturaliste doit s'arrêter, et ce terme c'est celui où cessent les inductions tirées de l'observation. Mais est-ce remonter à ce terme que de dire que la terre a toujours été comme elle est ? Je le crois d'autant moins, que je pense que si la terre avait toujours été comme elle est, elle ne serait pas comme elle est, c'est-à-dire que si certaines forces qui agissent sur elle n'avaient pas été dans le cas d'agir avec plus d'énergie, plusieurs circonstances que présente la terre n'auraient pu se produire. »

« Les astronomes peuvent s'être trompés lorsqu'ils ont supposé que la terre avait été à l'état gazeux, comme les nébuleuses et certains autres astres qui se meuvent dans l'espace ; mais ils ne sont certainement pas sortis de l'induction permise au naturaliste. Il en est de même des

géologues lorsqu'ils ont dit que cette masse gazeuse s'était en partie transformée en une masse liquide qui tend à son tour à devenir solide. De semblables hypothèses n'ont rien de contraire à ce que nous connaissons des lois de la nature ; mais la question, pour nous, est de savoir si, en partant de cette hypothèse, nous expliquons mieux l'état actuel de notre globe, qu'en supposant qu'il a toujours été à peu près tel qu'il est ? »

Les objections de d'Omalius se divisent en deux parties. Dans la première, il combat les idées communes à Constant Prévost et à Lyell ; dans la seconde, il ne s'attaque qu'à ce dernier ; il saisit sur le vif les défauts très réels de sa théorie. Certainement ce sont ces défauts qui l'avaient mis en défiance contre l'ensemble de la doctrine.

Il existait aussi une autre raison d'opposition aux idées de Lyell, une raison philosophique et religieuse. Quelques-uns appliquaient à la doctrine de Lyell les reproches que l'on avait faites à celles de Hutton. Si toutes les couches connues sont des sédiments : sable, argile, calcaire, qui se sont formés, comme se forment de nos jours les dépôts de nos mers et de nos lacs ; si, à mesure que ces sédiments s'entassent les uns sur les autres, les plus profonds s'échauffent, se métamorphosent et prennent l'état que nous voyons aux plus anciennes de nos roches ; si, à une plus grande profondeur encore, ils se transforment en laves qui sont rejetées par les volcans ; si ces laves et autres produits éruptifs sont à leur tour altérés par les agents atmosphériques, désagrégés et portés à l'état de sable, d'argile et de dissolution calcaire dans le bassin des mers ; si c'est toujours la même matière qui traverse une série de cycles semblables dont chacun peut avoir une durée de plusieurs millions de siècles; si toutes ces hypothèses sont vraies, il n'y a pas de raison pour ne pas croire la terre

éternelle. L'hypothèse de Lyell conduit donc au matérialisme. On en avait dit autant de la théorie de Hutton. Il avait protesté, Lyell protesta aussi contre les opinions matérialistes qu'on lui attribuait. Mais si les protestations sont une défense pour l'écrivain, elles ne le sont pas pour la doctrine.

Cependant peu à peu l'opinion se modifia en France en faveur des causes actuelles. On constata que certaines espèces d'animaux fossiles passaient d'un terrain à l'autre ou d'un étage à l'autre, ce qui détruisait l'idée des cataclysmes. Barrande contribua à ce résultat par la découverte des colonies.

Il avait reconnu dans le silurien de Bohême, trois faunes très distinctes. Vers la partie supérieure de l'étage occupé par la faune seconde, il constata qu'il venait s'intercaler des schistes qui contenaient la faune troisième. « Donc, dit-il, la faune troisième vivait en même temps que la faune seconde ; elle habitait une mer voisine ; il s'en détacha des colonies qui vinrent à certains moments s'établir en Bohême, mais qui ne purent y prospérer. Une circonstance fortuite y fit disparaître la faune seconde et la faune troisième vint s'y installer d'une manière définitive. »

On ne pouvait donc pas croire que la faune troisième était le produit d'un acte créateur postérieur au cataclysme qui avait fait disparaître la faune seconde et séparé de lui par un laps de temps très long. En un mot, la théorie de d'Orbigny, exposée plus haut, était reconnue fausse.

En même temps, Elie de Beaumont multipliait ses systèmes de soulèvement ; il en reconnaissait une centaine qui ne cadraient plus du tout avec les divisions de terrains et d'étages reconnus par les faunes. En 1857, des paléontologistes, tels que d'Archiac, parlaient de l'inocuité com-

plète des soulèvements pour les populations animales contemporaines. (1)

Enfin, en 1862, Lartet écrivait, aux applaudissements de tous, que le mot de cataclysme devait être banni du dictionnaire géologique.

Aussi, lorsque la deuxième traduction française des *Principes de Géologie* fut faite en 1873 sur la neuvième édition anglaise, elle fut bientôt dans toutes les bibliothèques. Outre que l'esprit français, rendu défiant de lui-même par les malheurs de la patrie, cherchait partout à l'étranger la haute instruction qu'il ne croyait plus pouvoir trouver chez les siens, le nom de Lyell était devenu populaire. On avait traduit ses livres : *l'Ancienneté de l'homme* et les *Éléments de la Géologie* ; il jouissait de la faveur qui s'attachait aux écrits de Darwin, car Darwin s'était appuyé sur les théories de Lyell, et Lyell, adoptant et exposant dans les *Principes* les idées de Darwin, trouvait un accueil empressé de la part de tout ceux qu'avait séduits la doctrine transformiste.

On ne s'aperçut pas de la contradiction qu'il y avait entre le principe de l'évolution et la théorie des causes actuelles, telle que l'entendait Lyell. C'est ce qu'a très bien fait ressortir Huxley dans une adresse à la Société Géologique de Londres (2).

Huxley distingue en Angleterre, et on pourrait dire dans le monde savant, trois grands systèmes géologiques qu'il nomme Catastrophisme, Uniformitarisme, Évolutionnisme.

Le Catastrophisme, c'est le système des cataclysmes, le système d'événements soudains, produits par des causes insolites. Huxley définit parfaitement ces causes cataclystiques. Elles supposent dit-il, l'opération de forces

(1) *Histoire du progrès de la géologie, terr. jurassiques.*
(2) Quart. journ. Géol. Soc., XXV, p. XXXVIII.

différentes dans leur nature ou incomparablement différentes en puissance de celles que nous voyons à présent en action dans l'univers. Tel serait le déluge mosaïque, tel serait le soulèvement des Andes produisant en un jour la grande chaîne américaine, avec ses centaines de volcans et détruisant tous les êtres vivants de la dernière période géologique.

L'Uniformitarisme consiste à dire : la terre a toujours été ce qu'elle est ; elle a toujours été habitée par des êtres vivants.

Les forces qui ont présidé à la formation du sol sont identiques en nature et égales en intensité à celles que nous voyons aujourd'hui à l'œuvre ; les actions produites par ces forces étaient lentes et insensibles, comme les phénomènes géologiques actuels ; mais leurs effets accumulés pendant une série immense de siècles, nous présentent une somme de travail que, dans notre esprit peu apte à apprécier les quantités infiniment petites, nous attribuons volontiers à des causes plus puissantes et plus soudaines. C'est la théorie de Hutton et de Lyell.

L'Évolutionisme est attribué par Huxley à Kant. Si Kant eut avant Laplace l'idée de la nébuleuse solaire, et de l'état primitivement liquide du globe, il ne possédait pas plus que tout autre savant de son époque, la moindre notion positive sur l'histoire géologique de la terre et de ses habitants ; son évolutionisme rudimentaire ne peut être compté par la science moderne. C'est donc à Huxley lui-même qu'il faut demander ce que c'est que l'évolutionisme.

L'Évolutionisme diffère essentiellement de l'Uniformitarisme parce qu'il jette un coup d'œil investigateur sur une époque où la terre n'était pas encore dans les conditions où elle se trouve actuellement ; il fait intervenir alors des forces dont l'intensité est différente des forces

actuelles ; mais il exige que ces forces soient des forces naturelles et que leur intensité ne soit pas disproportionnée à ce que l'on peut logiquement déduire de l'observation des phénomènes actuels.

L'Evolutionisme maintient aussi l'idée des causes lentes compensant par la durée leur faible intensité. Il pousse à épuiser les causes connues avant de recourir aux causes inconnues.

Cette théorie est presque celle qui était soutenue en France par Constant Prévost.

Constant Prévost disait : la doctrine des causes actuelles ne conduit pas à l'éternité ; elle admet une origine, un commencement, qu'elle ne cherche nullement à expliquer; elle admet que les premiers effets produits sont devenus à leur tour des causes modificatrices pour les phénomènes suivants. Il comparaît l'histoire de la terre à celle de l'homme, qui ne ressemble pas dans sa décrépitude à ce qu'il était à sa naissance ; il la comparaît aussi à l'histoire des sociétés qui passent de l'état sauvage à l'état civilisé.

A propos des phénomènes glaciaires, il écrivit : « Ces faits démontrent que la doctrine des causes actuelles peut parfaitement se concilier avec l'idée de modification dans les phénomènes qui se sont succédés à la surface de la terre, avec l'apparition de quelques-uns, avec la cessation d'autres, avec un commencement et une fin de toutes choses, ce qui lève la principale objection opposée à cette doctrine par des personnes qui ont restreint les causes actuelles aux causes lentes journalières et qui ont voulu que les effets successivement produits ayant toujours été identiques fussent pour ainsi dire éternels [1]. »

Constant Prévost, il est vrai, insistait moins que les évolutionistes de nos jours sur l'importance de faire entrer le temps comme facteur nécessaire des phénomènes géologiques.

(1) Compt. Rend. Acad., Sc. XXXVI p. 690, 1851.

Huxley chercha aussi à faire comprendre, par un exemple, comment l'idée de catastrophe peut s'allier avec l'Uniformitarisme.

La marche d'une horloge, dit-il, est un modèle d'action uniforme, mais la sonnerie de l'horloge est essentiellement une catastrophe. Le marteau peut-être disposé pour faire sauter un baril de poudre ou pour renverser un déluge d'eau. Par un arrangement convenable, la pendule, au lieu de sonner les heures, peut sonner à toutes sortes d'intervalles irréguliers, sans qu'il y ait jamais deux fois similitude dans les intervalles, la force et le nombre de ses coups. Néanmoins, toutes ces catastrophes irrégulières et sans lois apparentes pourraient être le résultat d'une action absolument uniforme et nous pouvons avoir deux théories d'une horloge étudiant, l'une le marteau, l'autre le balancier.

N'en déplaise à Huxley, ceci n'est pas du Catastrophisme; c'est de l'Uniformitarisme au premier chef; ce n'est même pas de l'Évolutionisme. Les petits mouvements lents et uniformes du balancier ont tout déterminé; les sonneries ont beau être séparées par des intervalles irréguliers, le nombre des combinaisons possibles est forcément limité. Les sonneries se reproduiront les mêmes, dans le même ordre au bout d'un temps déterminé; elles formeront un certain nombre de cycles tous identiques.

Huxley ne parle pas de l'horloger qui peut négliger de remonter la pendule. Voilà une vraie catastrophe; il peut l'avancer, la reculer, changer le marteau, le timbre, autant de catastrophes. Ceci sera, si l'on veut, du vrai Catastrophisme.

Puis, il y a l'horloge elle-même dans sa structure, dans ses organes. Il faut considérer les roues, les ressorts: tout cela s'use; la force du ressort s'affaiblit, l'horloge va de moins en moins vite, les sonneries deviennent plus

distantes, elles diminuent d'intensité parce que le marteau et le timbre se modifient ; un jour une dent cassera, puis une seconde ; autant de causes d'irrégularité dans la marche.

Enfin, le grand ressort lui-même sera tellement usé qu'il rompra. Ce sera la catastrophe finale. Mais ce n'est plus du Catastrophisme, c'est de l'Évolutionisme, c'est-à-dire le passage d'un état à un autre, sans retour possible au premier ; chacun de ces états étant la conséquence du précédent, le motif du suivant.

Voilà la théorie géologique, celle que nous enseignent tous les faits d'observation, celle que nous montre surtout la paléontologie dans l'évolution successive des êtres fossiles.

Travaux sur les Formations Neptuniennes (1)

CHAPITRE III

ÉTUDES STRATIGRAPHIQUES SUR LE BASSIN DE PARIS

1° Coquilles marines du Gypse

Constant Prévost commença ses études sur le bassin de Paris l'année même où Brongniart, par la publication de son *Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris*, venait de donner un guide précieux aux jeunes naturalistes.

L'illustre professeur avait établi que les environs de Paris présentent au-dessus de la craie une série d'assises, qu'il désignait de la manière suivante, à partir des inférieures :

1° Argile plastique ; 2° Calcaire grossier ; 3° Calcaire d'eau douce ; 4° Gypse ; 5° Sables supérieurs au gypse ; 6° Meulières,

Brongniart avait aussi reconnu que certaines de ces assises sont caractérisées par la présence de coquilles

(1) On emploie ici les termes dont se servait Constant Prévost.

marines, tandis que d'autres ne contiennent que des coquilles d'eau douce.

Constant Prévost, alors âgé de 19 ans, résolut, avec son ami Anselme Desmarets, d'étudier le gypse de Montmartre, dont Brongniart avait donné une description complète, le divisant en trois grandes masses séparées par des marnes.

Ils commencèrent leur étude par la partie inférieure ou la troisième masse, que l'on voyait alors dans une carrière abandonnée à la Hutte-aux-gardes. Desmarets père y avait trouvé un banc de coquilles marines, Cérites et Turritelles (1), et le fait, bien que vérifié par Coupé (2), avait paru douteux à l'auteur de l'*Essai sur la géographie minéralogique*.

Constant Prévost et Desmarets levèrent la coupe ci-contre (fig. 1) de la carrière de la Hutte-aux-Gardes.

Ils constatèrent la présence de fossiles marins dans quatre couches de marne, ou de calcaire marneux.

Ils rencontrèrent aussi dans ces bancs marins des débris de crabes, des dents de squales et des vertèbres de poissons, confirmant sous ce rapport une découverte due à deux savants étrangers, le Saxon Rœmer et le Russe Ingelhardst.

Ils crurent reconnaître dans les fossiles marins du gypse les espèces qui existent à Grignon dans le calcaire grossier. Cette erreur est d'autant plus pardonnable que Cuvier et Brongniart venaient de confondre avec les fossiles de Grignon, ceux que l'on recueille dans les sables supérieurs.

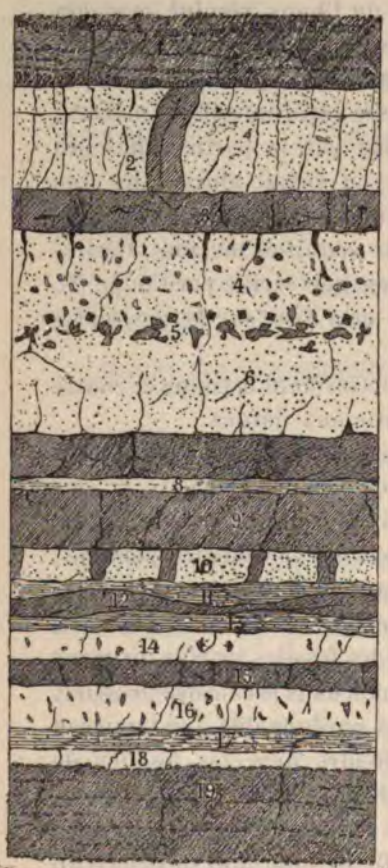
L'étude de Constant Prévost et d'Anselme Desmarets fut communiquée à la Société philomatique dans sa séance du 8 Avril 1808 sous le titre de : *Note sur les empreintes de corps marins trouvés à Montmartre dans plusieurs couches de la*

---

(1) DESMARETS. — *Constitution physique des couches de Montmartre.* Mémoires de l'Institut, V, p. 46.

(2) COUPÉ — *Sur l'étude du sol des environs de Paris.* Journal de Physique, LXI, p. 380.

masse inférieure de la formation gypseuse. Elle fut insérée ou analysée dans le Bulletin de la Société Philomatique [1], dans le Journal de



1° Gypse en masse avec cordons de cristaux (Partie inférieure du gros banc).	
2° Marne calcaire blanchâtre avec Coquilles marines (Marnes prismatisées de Desmarets).	0m49
3° Gypse en masse (petit banc) .	0m19
4° Marne calcaire jaunâtre avec formes pyramidales et nombreux fossiles marins . .	1m »
5° Gypse cristallisé et piriforme	
6° Marne calcaire blanchâtre .	
7° Gypse en masse (banc rouge) .	0m22
8° Marne feuilletée id. .	0m05
9° Gypse en masse id. .	0m16
10° Marne calcaire blanche. . .	0m16
11° Marne feuilletée	
12° Gypse en banc irrégulier .	0m22
13° Marne feuilletée	
14° Calcaire avec coquilles marines (Cailloux blancs)	0m16
15° Gypse avec les mêmes coquilles	0m11
16° Calcaire marneux avec les mêmes coquilles (Souchet) .	0m22
17° Marne argileuse brune, feuilletée.	0m09
18° Gypse calcarifère	0m08
19° Gypse en masse avec cordons de cristaux de gypse (Pierre blanche)	0m66
Terre glaise indiquée par Desmarets père.	

Fig. 1. — *Coupe de la carrière de Hutte-aux-Gardes.*

Physique [2] et dans le Journal des Mines [3] Elle se termine par les conclusions suivantes :

(1) Tom. I, p. 333-335.
(2) Tom. XLIX, p. 156 et 159.
(3) Tom. XXV, Mars 1809, p. 215-230.

« Brongniart et Cuvier ont fait connaître que les fossiles renfermés dans les grès du sommet de Montmartre sont analogues à ceux de Grignon. Les coquilles que nous avons trouvées dans la marne jaune sont également semblables à celles de Grignon. »

« Ne sommes nous pas fondés à conclure de cette double analogie que ces animaux ont vécu dans la même mer. »

« Mais il faudrait qu'ils eussent été déposés à des époques différentes, puisque on a trouvé dans les couches qui séparent les deux dépôts des vestiges de coquilles, que Lamanon (1) et Brongniart (2) regardent comme ayant appartenu à des animaux qui auraient vécu dans l'eau douce. »

« Si la présence de quelques fossiles semblables à nos coquilles fluviatiles vivantes suffit pour faire regarder la première ou haute masse gypseuse et les premiers lits de marne qui la recouvrent comme ayant été déposés dans l'eau douce, l'existence d'une grande quantité d'espèces bien reconnues pour marines dans la troisième ou basse masse peut faire penser, avec autant de raison, que cette masse a été déposée dans les eaux de la mer. »

« Ainsi, contrairement à l'opinion de Lamanon, le gypse a pu être tenu en dissolution dans l'eau de la mer comme dans les eaux douces. »

Rien de plus précis que les observations de Prévost et de Desmarets. Elles étaient encouragées par Brongniart qui les mentionna dans la deuxième édition de l'*Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris* parue en 1811. Néanmoins, il mit en doute la position du gypse de la Hutte-aux-Gardes et ses relations avec le gypse de la

---

(1) Lamanon avait cité des coquilles d'eau douce dans le gypse de Montmartre.

(2) Brongniart et Cuvier avaient trouvé des Lymnées dans les marnes blanches supérieures au Gypse à Romainville et à la butte Chaumont.

seconde masse. Comme la carrière de la Hutte-aux-Gardes ne tarda pas à être comblée, les doutes de Brongniart restèrent comme l'expression de l'opinion des géologues et frappèrent de discrédit les observations de Prévost et de Desmarets.

Mais ce merveilleux bassin géologique de Paris réserve toujours quelques découvertes aux jeunes géologues, qui vont étudier les carrières ou les tranchées qui s'y ouvrent tous les jours.

En 1860, Emile Goubert, que la mort a moissonné au moment où il multipliait ses recherches, indiquait des fossiles marins dans des marnes blanches, entre la première et la seconde masse de gypse, à la carrière Bas à Argenteuil [1].

Six ans plus tard, MM. Bioche et Fabre retrouvaient dans la même carrière la couche de marne fossilifère étudiée par Prévost et Desmarets [2].

Quarante-cinq ans après ses études avec Desmarets, Constant Prévost crut reconnaître le banc marneux de la Hutte-aux-Gardes dans les marnes à *Pholadomya Ludensis*, visibles dans la tranchée de la gare Saint-Lazare [3].

2° *Marnes à formes pyramidales*

Dans la marne même où ils venaient de découvrir les fossiles marins, Prévost et Desmarets rencontrèrent des pyramides quadrangulaires, dont les faces étaient fortement striées parallèlement à leur base. Ils reconnurent que ces pyramides sont de même nature que la marne et

---

(1) Bull. Soc. Géol., 2e XVII, p. 814 (1860).
(2) Bull. Soc. Géol. 2e XVIII, p. 321 (1866).
(3) Bull. Soc. Géol. 2me XI p. 282 — 1854.

qu'elles sont toujours réunies six par six ayant leurs sommets dirigés vers le centre de l'assemblage (fig. 2).

Ils firent de cette observation l'objet d'une communication à la Société Philomatique le 15 avril 1809, sous le titre de : *Note sur les formes régulières affectées par une marne de Montmartre* (1).

Ils ne donnaient aucune explication, toutes leurs conjectures ayant été successivement détruites par l'observation.

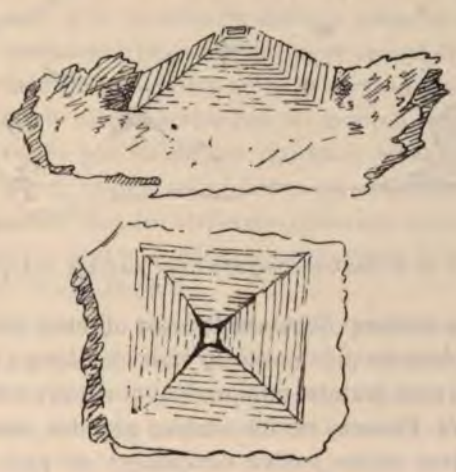


Fig. 2. — *Formes pyramidales dans la marne.*

Quelques années plus tard, en 1826, Constant Prévost essaya cette explication dans l'article : *Marne*, pour le Dictionnaire classique d'Histoire Naturelle.

Les exemples de formes pyramidales dans les marnes s'étaient multipliées. D'après Constant Prévost, la couche de marne de la Hutte-aux-gardes avait pu être suivie dans toute la ceinture Nord de Paris, à partir de Passy jusqu'au

(1) Journal de physique CXIX, 1809, p. 158 ; Journal des Mines XXV 1809 p. 227-230.

Faubourg du Temple, et partout elle y avait présenté des indices d'un semblable retrait. D'une autre part, il avait rencontré des pyramides analogues dans une marne calcaire compacte des Marnes à huîtres, vers le sommet des collines de Montmorency, de Moulignon et de Saint-Prix (fig. 3).

Fig. 3. — *Calcaire compact avec cavités cubiques.*

Dans ces marnes, Constant Prévost observa des cavités cubiques, dont les plus petites n'était visibles qu'à la loupe et dont les plus grandes atteignaient plusieurs millimètres de diamètre. Plus ces cavités étaient grandes, moins leurs parois étaient planes ; elles devenaient de plus en plus convexes, de sorte que les angles de réunion étaient aigus, « Il me fut facile de concevoir, ajoute Constant Prévost. qu'en exagérant par la pensée cet effet croissant, la masse solide au centre de laquelle était la cavité cubique serait divisée en six pyramides, qui auraient chacune pour sommet la paroi convexe de la cavité, et je reconnus alors dans chacune de celle-ci l'origine d'une division pyramidale analogue à celle des marnes de Montmartre. » Il conclut que les pyramides sont dues à un retrait particulier qui s'est produit dans la marne. « Mais ajoute-t-il, qu'est-ce qui a déterminé le retrait à commencer ainsi ? Nous ne saurions l'expliquer. »

Cette idée l'a préoccupé toute sa vie. Il entreprit des expériences pour reconstituer la marche des phénomènes de retrait, mais il n'en a pas publié les résultats. Il se borna à énoncer en 1837 sous forme d'aphorisme quelques propositions générales purement hypothétiques (1).

En 1847, l'attention de la Société géologique de France fut appelée sur ces formes pyramidales par une lettre de Boué adressée de Vienne à Constant Prévost (2).

Boué annonça qu'à la suite de travaux longs et importants sur les pseudomorphoses, Haidinger venait de tracer la série intermédiaire entre les marnes pyramidales et des pseudomorphoses incontestables de sel gemme.

Ce n'était certes pas Haidinger qui avait eu le premier l'idée de comparer les pyramides des marnes à des trémies de sel gemme. En effet, les stries qui couvrent les surfaces de ces pyramides sont souvent très prononcées et forment comme de petits escaliers.

Constant Prévost cite expressément l'hypothèse en 1837, mais il ne s'y arrête pas ou plutôt il la repousse, en se basant sur ce qu'il y a six pyramides semblables opposées par le sommet. Ces six trémies de sel gemme, toujours disposées de la même manière, seraient, selon lui, incompréhensibles.

D'après l'analyse qu'en donne Boué, une grande partie du mémoire du savant autrichien est consacrée à démontrer qu'il existe des pseudomorphoses cubiques dans un grand nombre de couches gypsifères, et que ces pseudomorphoses doivent être attribuées à la disparition de cristaux cubiques de sel gemme.

Haidinger cite aussi des pyramides quadrangulaires et des cavités striées en forme d'escalier qui existeraient dans

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. 1re série, VIII, p. 320, 1837.

(2) Bull. Soc. Géol. Fr. 2e IV, 1847, p. 455.

les marnes calcarifères salifères d'Onondaga aux États-Unis, d'après Eaton [1], et dans une marne bitumineuse du Muschelkalk des bords du Weser d'après Haussmann.

A la suite de cette lecture, Constant Prévost exprima l'idée que les faits cités par Haidinger et ceux qu'il avait lui-même observés pouvaient se rapporter à deux causes toutes différentes.

Il pouvait y avoir eu production, puis dissolution d'un cristal cubique de sel marin ; ce serait l'origine de la petite cavité cubique centrale sur la nature de laquelle il ne s'était pas expliqué. Ces premiers phénomènes auraient été suivis d'un retrait, qui se serait opéré régulièrement dans des directions perpendiculaires aux faces de la cavité cubique.

Très récemment, M. Munier Chalmas s'est occupé de la même question et a rapporté aussi les pyramides en escaliers des marnes à la dissolution de trémies de sel gemme.

3° *Position des Sables de Beauchamp*

Quand Constant Prévost, revenu en France, reprit ses travaux sur le bassin de Paris, il trouva l'état de la science bien modifié depuis son départ. Si les découvertes paléontologiques de Cuvier et les études stratigraphiques de Brongniart étaient toujours accueillies avec faveur, il n'en était pas de même des déductions théoriques qu'ils en avaient tirées sur le séjour alternatif de la mer et de l'eau douce dans le bassin de Paris. On se demandait si l'on ne pourrait pas expliquer autrement la coexistence de mollusques d'eau douce et de mollusques marins dans le

(1) Américc. Journ. of. sc. 1829, t XV n°2 ; Phil. Mag 1829, n°31, p. 72.

même bassin ; on essayait, sans succès, il est vrai, d'acclimater des Lymnées et des Planorbes dans des eaux graduellement salées.

L'attention de Constant Prévost fut particulièrement appelée sur ce sujet par une découverte qu'il fit près du château de Bagneux, à l'extrémité de la plaine de Montrouge (1).

Dans un puits creusé pour l'écoulement des eaux, au fond d'une carrière de calcaire grossier, il trouva une petite couche de lignite terreux contenant une grande quantité de Lymnées, de Bulimes et de Paludines réunis avec des Cérites. La position de ce lignite fut longtemps incertaine pour Constant Prévost ; il tendait à le rapprocher des argiles à lignites de Vanves.

Deux ans après, en 1823, il observa avec Desnoyers, dans une carrière ouverte sur la plaine de Vaugirard, un dépôt d'eau douce, en amas allongé, vers la partie supérieure du calcaire grossier (2).

Voici la coupe de cette carrière relevée dans ses carnets d'excursions.

Terre végétale.	7m
Débris et bancs marneux	
Quarz carié.	
Calcaire marneux blanc	
Quarz carié.	
Calcaire siliceux	
Marne verte, mince	
Quarz carié.	
Plusieurs lits de calcaire fin avec coquilles blanches : Corbules, etc., et empreintes végétales	

(1) Bull. Soc. Philomatique 1821, p. 56-61. Journal de Physique, Juin 1821, XCII, p. 418-428. *Documents*, p. 149-161.

(2) Bull. Sc. Nat. (Bull. de Ferrussac) I, p. 11. — Bull. Soc Phil. 1823, p. 104.

Bancs peu épais séparés par de petits lits de marne. Un de ces lits renferme des coquilles bivalves minces, striées. Plusieurs de ces bancs, exploités sous le nom de Roche, renferment une grande quantité de Cérites et de Lucines 10m

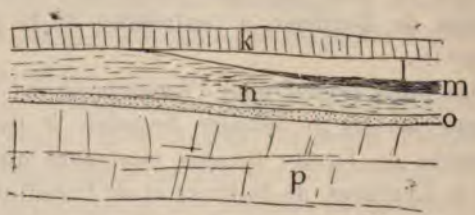


Fig. 4. — *Coupe de la partie inférieure de la carrière de Vaugirard*

k Banc d'un pied de calcaire marneux blanc (d'eau douce ?) avec Cérites, Milliolites, Vénus, Paludines et Planorbes 0m30

l Lit d'argile verte qui renferme des Bivalves . . . .
m Lignite tourbeux noir . . . . . .
n Sable argileux gris, avec coquilles marines et d'eau douce. 1m
o Pilé marin . . . . . .

Calcaire grossier, pierre de taille.

Constant Prévost assimila d'abord la couche de Vaugirard à celle de Bagneux. Mais plus tard il changea d'idée pour des motifs théoriques, qui seront indiqués ultérieurement.

La première de ces observations fut pour Constant Prévost l'origine de recherches importantes, dont il présenta le résultat à la Société Philomatique le 28 juillet 1821 et qu'il publia dans le Journal de Physique en 1822[1].

---

(1) Bull. Soc. Phil. 28 juillet 1821, p. 133-136; Journal de Physique, 1822.

Beudant et Gillet de Laumont avaient annoncé avoir trouvé dans le grès de Pierrelaye et de Beauchamp un mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce. A cette époque, la position du grès de Beauchamp n'était pas bien fixée.

Brongniart l'avait rangé dans le calcaire grossier à la page 27 de la *Géograqhie minéralogique des environs de Paris ;* mais à la page 26, il conjecturait qu'il appartient aux grès marins supérieurs au gypse.

Constant Prévost soupçonnait que ce grès pourrait bien représenter les sables inférieurs au calcaire grossier. C'est pour vérifier cette hypothèse et pour examiner le mélange de coquilles d'eau douce et de coquilles marines qu'il entreprit un voyage de quelques jours dans les environs de Pontoise. Il partit de Montmorency, cotoya la colline gypseuse pour chercher s'il trouverait le calcaire grossier entre le gypse et le sable de Beauchamp ; il constata que le gypse descend au niveau de la plaine, au milieu de laquelle se trouve le sable. Il en conclut que le calcaire grossier, s'il existe, est très peu épais. Au milieu de la plaine, entre Taverny, Beauchamp et Pierrelaye, il vit le grès et le sable former quelques collines basses parallèles aux collines de la forêt de Montmorency.

Une carrière pour l'exploitation des pavés, située entre le bois et la route de Saint-Leu à Pierrelaye, près du Château de Beauchamp, lui offrit la coupe ci-contre (fig. 5) :

Constant Prévost observe que, dans cette carrière, il n'y a pas mélange proprement dit de coquilles lacustres et de coquilles marines, puisqu'elles se trouvent dans des bancs bien distincts ; mais, dans le voisinage, il avait recueilli dans le sable blanc à la surface du sol, avec les coquilles marines des grès, *Lymnea longiscata (arenularia ?)* et *Cyclostoma mumia*.

La coupe donnée plus tard par Brongniart [1] est copiée sur le manuscrit de Constant Prévost en même temps que celle de Triel ; mais Brongniart l'a interprétée d'une

Fig. 5 — *Carrière de grès à Beauchamp.*

a Terre végétale.
b Fragments de calcaire d'apparence d'eau douce, mais contenant des Cérites ; réunis dans une pâte calcaire . . 1m50
c Sable argileux verdâtre avec *Melania hordeacea* . . . 0m40
d Sable blanc 0m40
e Lit régulier de calcaires sablonneux avec Lymnée et *Cyclostoma mumia* 0m15
f Sable avec coquilles marines.
g Grès blanc, dur, avec coquilles marines. Le banc supérieur offre à la surface des ondulations arrondies.

manière qui n'est nullement exacte ; ainsi il suppose le mélange des coquilles d'eau douce et des coquilles marines, quoique Constant Prévost dise précisément tout le contraire.

De Pierrelaye, Constant Prévost descendit vers Pontoise, où il rencontra les carrières de calcaire grossier à un niveau inférieur au sable de Beauchamp. Au lieu de conclure qu'il a affaire à une assise inférieure, il assimile la partie supérieure du calcaire au sable, car on y trouve, dit-il, les mêmes fossiles. Il juge cette observation très remarquable, parce qu'elle indique que, dans la même formation et à une petite distance géographique, les couches contemporaines peuvent présenter une nature minéralogique différente.

---

(1) *Description minéralogique des environs de Paris* ; 2e édition, pl. 1 C. fig. 1.

Voici la coupe qu'il donne d'une carrière de calcaire grossier :

1° Fragments de calcaire d'eau douce.	1m
2° Calcaire compact jaunâtre avec coquilles marines et peut-être *Cyclostoma mumia*	0m30
3° Lit de marne verte avec indication de gypse	0m15
4° Calcaire compact avec Cérites	0m50
5° Calcaire tendre marneux avec coquilles marines . .	
6° Calcaire grossier en bancs puissants..	

Il dit que le petit lit de marne verte rappelle le gypse ; puis, ne trouvant pas de sable sous ce représentant supposé du gypse, il en conclut encore que le sable de Beauchamp est remplacé par du calcaire.

Il faut ajouter pour son excuse qu'il adoptait l'opinion de Brongniart. Le fondateur de la géologie parisienne admettait que les sables de Beauchamp ne sont qu'un faciès local de la partie supérieure du calcaire grossier.

Mais Constant Prévost était assez indépendant pour ne pas accepter une opinion sur la foi du maître ; son erreur d'appréciation provient d'une erreur de détermination, qui vicia tout le reste de son excursion.

A Pontoise, il traversa la rivière et prit la route de Rouen. A la sablière de Marcouville, il vit le calcaire de St-Ouen, le sable vert à *Melania hordeacea,* le sable et le grès de Beauchamp. Il observa que les lits de sable ne sont pas parallèles entre eux, les uns sont horizontaux, d'autres sont inclinés et les lits horizontaux sont séparés des lits inclinés par des lignes courbes. C'est une observation très nette de la structure que nous nommons aujourd'hui entre-croisée ou par fausse stratification. Constant Prévost n'hésite pas à signaler son analogie avec la disposition qu'on remarque dans les dunes ou accumulations de sable par les vents. C'est encore l'explication trop absolue que donnent actuellement plusieurs géologues distingués. Dans beaucoup de cas, surtout lorsque certains

lits sont comme à Marcouville formés de détritus de coquilles, la stratification entre-croisée s'est formée sur le rivage sous l'influence des courants.

Constant Prévost descendit ensuite vers Osny pour reconnaître le terrain sur lequel repose le sable, il vit des carrières de calcaire et il y commit les mêmes fautes d'appréciation qu'à Pierrelaye. Vers la partie supérieure de la carrière, il signala un petit lit de marne verte avec rognons de sulfate de strontiane et, un peu en dessous, intercalé dans le calcaire, un banc de sable fin qu'il jugea semblable à celui de Marcouville. C'était une preuve de plus à invoquer en faveur du parallélisme supposé du sable et du calcaire.

De l'autre côté du plateau, sur le chemin de Pontoise à Cergy, en descendant vers l'Oise, il fit une autre observation qui devait être le germe d'une théorie géogénique du bassin de Paris.

Il vit un lit continu formé de morceaux de calcaire blanc, qui, non seulement avait l'apparence minéralogique du calcaire d'eau douce, mais encore renfermait des Lymnées, des Bulimes, etc. Il y remarqua avec le plus grand étonnement des Milliolites, des Natices, et le *Cerithium lapidum*, non point disséminés dans toute la roche, mais pelotonnés en petites masses ou distribués par veines.

Ce calcaire que Constant Prévost trouvait si remarquable est le banc vert des géologues parisiens. Il repose sur un banc à *Milliolites* et à *Orbiolites complanata* et celui-ci sur un petit lit de marne verte semblable à celle d'Osny.

Constant Prévost le crut d'abord supérieur au sable, mais il reconnut plus tard sa véritable position. (1)

Constant Prévost visita ensuite le plateau de meulières de l'Hautie, les carrières de calcaire de Vaux, le gypse de Triel, les environs de Meulan et revint par Nouvelle à la Seine, où il prit le bateau pour Paris.

(1) Bull. Soc. Philom., 14 janvier 1823, p. 104.

Entre autres observations, il donne une coupe du sommet de la colline de Hautie jusqu'à la Grande route :

Meulières avec coquilles d'eau douce et gyrogonites.
Sable avec tables de grès luisant.
Argile verte.
Gypse avec une très grande quantité d'ossements.
Marne blanche et gypse à cristaux.
Marne blanche avec petits Bulimes et lits puissants de rognons calcaires, comme à Saint-Ouen.
Sable verdâtre avec blocs de grès.
Petit lit presque entièrement composé de *Melania hordacea*.
Sable avec coquilles de Beauchamp et grès.
Calcaire tendre, calcaire compact, marne et argile, disposés sur 15 lits alternatifs formant un ensemble de 10m d'épaisseur.

Plusieurs bancs de ce calcaire lui montrèrent l'apparence de celui de Cergy, où il avait trouvé un mélange de Milliolites et de Lymnées. « Il est vrai, écrit-il, qu'il n'y a pas de Lymnées, mais la pâte a l'apparence d'un calcaire d'eau douce et les Milliolites sont pelotonnées ou réparties par veines. »

Un banc de marne argileuse verdâtre lui rappelle aussi les caractères de celle des gypses de Montmartre, où il a découvert avec Desmarets des fossiles marins.

A Triel, il constate également que les sables de Beauchamp se trouvent entre le gypse et le calcaire grossier.

Malgré ses erreurs d'appréciation et de détermination, Constant Prévost atteint le résultat qu'il cherchait : il reconnut que les sables de Beauchamp sont distincts des sables supérieurs.

Plus tard, quand de nouveaux doutes furent émis sur le même sujet par Héricard-Ferrand, Constant Prévost affirma son opinion [1].

---

(1) Bul. Soc. Géol. III, p. 241 (1833).

Bien que Constant Prévost n'ait pas publié de note à cette occasion, on peut être certain que dans ses cours, soit à l'Athénée, soit à la Sorbonne, il développait les faits positifs sur lesquels reposait son affirmation.

On trouve dans ses carnets de voyage des coupes faites à Valmondois, en 1825, où l'on voit que les sables fossilifères de Beauchamp sont nettement superposés au calcaire grossier. Il note dans le sable des galets de calcaire perforés par des pholades.

Fig. 6. — *Coupe prise au ravin de Valmondois*

a Limon.
b Limon contenant des grès épars et des cailloux noirs.
c Grès en blocs à la surface du sol.
d Sable vert se liant au limon : quelques coquilles, 0m60.
e Sable coquiller, coquilles roulées, etc., fragments de calcaire percé par les pholades, 3m.
f Calcaire grossier à grains fins.

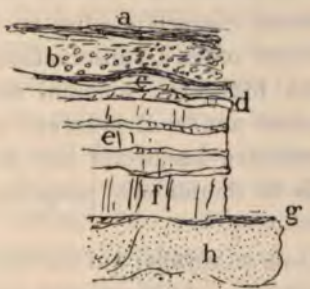
Dans une autre coupe prise à Nointel, près de Franconville (fig. 7), il montre la superposition du calcaire de Saint-Ouen aux sables de Beauchamp.

C'est donc bien à tort que d'Archiac s'attribue le mérite d'avoir fixé l'âge du grès de Beauchamp [1].

---

(1) Histoire des Progrès de la Géologie II, p. 569.

Quant à la question de géologie générale, dont Constant Prévost cherchait la solution, celle du mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce dans un même banc, il l'avait constatée en plusieurs points et l'on verra plus loin les conséquences théoriques qu'il en tira.



a Terre végétale.
b Fragments de calcaire d'eau douce.
c Marne verdâtre feuilletée.
d Calcaire d'eau douce.
e Marnes blanches avec Cyclostomes, Ulves?
f Marnes blanches fragmentaires. — Petites Paludines.
g Coquilles marines.
h Grès et sable coquillers.

Fig. 7. — *Coupe sous Franconville, près de Nointel*

Ce mémoire de 1821 est important pour peindre l'état de la Science géologique à cette époque et pour montrer Constant Prévost à l'œuvre comme stratigraphe. Nous le voyons s'attacher à une foule de petites observations, dont il fait ressortir tout l'intérêt, mais dont il ne peut ni peser l'importance, ni tirer les vraies conséquences, parce que les grands principes de la Géologie lui manquent comme à tous ses contemporains.

On accordait encore trop d'importance au caractère minéralogique. Une couche de marne verte est rapportée au gypse parce qu'elle rappelle certaines marnes du gypse. Les espèces fossiles analogues sont confondues et par conséquent les niveaux fossilifères ne sont pas distingués. On n'avait aucun caractère certain pour reconnaître une même couche à quelque distance. En un mot la science positive ne comprenait encore que quelques observations détachées et aucune loi générale.

4° *Étude des côtes de Normandie et de l'Angleterre*

En 1808, Constant Prévost avait suivi à pied les côtes de la Manche, de Dieppe à Saint-Malo, sous la direction de Brongniart. Il avait immédiatement compris quelles ressources ces falaises à pic pouvaient offrir à l'observation des géologues ; il y retourna en 1821 avec son ami de Blainville et, à la fin de la même année, il présenta à l'Académie des Sciences un mémoire important sur la composition des falaises depuis le Boulonnais jusqu'au Cotentin.

On ne possède plus les carnets de ce voyage, qui ont été détruits dans un incendie. Mais on a le manuscrit du mémoire et le rapport que fit à son sujet une commission composée de Cuvier, Prony et Brongniart.

La première partie du mémoire est consacrée à la description des diverses couches qui constituent les falaises. Il en distingue 75. Il avait reconnu qu'elles présentent une grande courbure, dont il place la partie centrale vers l'embouchure de la Seine et dont les extrémités s'appuient d'un côté sur les terrains anciens du Cotentin et de l'autre sur ceux du Boulonnais. La deuxième partie est formée par une description locale des falaises, qu'il suit pas à pas, depuis Saint-Valéry jusqu'à Valognes. Le mémoire de Constant Prévost est excessivement remarquable pour l'époque où il fut fait, car il n'y avait encore rien d'écrit sur la Picardie et sur la Normandie.

Le seul travail qui existait alors sur la Normandie était deux lettres de de Gerville sur les fossiles que l'on trouve dans le Cotentin. La stratigraphie y était à peine ébauchée et l'auteur déclarait lui-même n'y avoir pas grande confiance.

Le mémoire de Constant Prévost constituait donc un progrès très important pour la géologie de la France. Aujourd'hui encore la lecture en est attrayante. Néanmoins, conformément à ce qui a été dit plus haut, il suffira d'y signaler quelques points d'un intérêt tout particulier.

Après avoir fait remarquer la ressemblance des terrains aux deux extrémités de la ligne des côtes, dans le Cotentin et dans le Boulonnais, Constant Prévost montre que la ressemblance se continue à l'intérieur du pays. Il en déduit, que les points extrêmes forment le bord d'un vaste golfe, où se sont déposées les couches plus récentes.

Il donne beaucoup de détails sur les couches tertiaires de Varangéville, sur le calcaire à Baculites et le falun tertiaire de Valognes.

Sur presque toute la ligne des falaises, depuis l'embouchure de la Somme jusqu'à Dives, il vit un terrain de transport rougeâtre qui a quelquefois jusqu'à 10 mètres d'épaisseur.

Il distingua une partie inférieure formée par une argile plus ou moins sableuse empâtant de très gros silex blonds, qu'il reconnut par leur forme et par leurs fossiles pour être ceux de la craie. « Ils ne paraissent pas, écrit-il, avoir été roulés, au moins pendant longtemps, mais ils sont brisés et leur fragments sont entassés pêle-mêle dans l'argile qui leur sert de gangue. » On a reconnu à cette description l'argile ou bief à silex.

La partie supérieure est formée par une masse puissante de sable rarement blanc, presque toujours rouge orangé. Il s'agit ici du limon avec lequel il confond quelques lambeaux de sable éocène.

Au milieu de ce sable *très fin,* il vit d'espace en espace d'énormes blocs ou rognons de grès solides dont les surfaces sont mamelonnées et arrondies, « sans que l'on puisse, dit-il, attribuer leur forme au frottement. Il paraît plus

probable que ce sont des masses solides formées par agglomérations successives au sein de la masse de sable. »

Il vit ce terrain de transport reposer sur les lignites. Il confond ici l'argile à silex tertiaire avec le bief à silex quaternaire, confusion qui était encore facile, il y a quelques années.

A ce propos, il rappelle que le terrain de transport des environs de Paris est aussi formé de silex de la craie qui ont été entraînés des bords du bassin vers le centre.

Dans les conclusions, on trouve une vue très nette du bassin stratigraphique de Paris. Quoique horizontales d'une manière générale, les couches de ce bassin se relèvent de toutes parts en se rapprochant de ses bords. Elles sont plus épaisses vers le centre, et sont d'autant plus étendues qu'elles sont plus anciennes, de sorte qu'elles se dépassent et qu'elles forment à la surface du sol une série de bandes concentriques.

D'Omalius d'Halloy avait dit la même chose en 1813 et Constant Prévost avait certainement lu son Mémoire ; mais il alla plus loin que d'Omalius, il réunit le sud de l'Angleterre au bassin de Paris.

Les mêmes formations s'y montrent dans le même ordre ; on y voit le contact des couches horizontales avec les terrains anciens. « Le bassin de l'île de Wight, ajoute-t-il, peut donc être considéré comme ayant fait partie intégrante du bassin de la Seine à une certaine époque. Le bassin de Londres au contraire appartient à un autre grand système qui comprend la Belgique, la Hollande, toute la basse Allemagne jusqu'à Kœnigsberg. Les eaux de la mer paraissent avoir séjourné beaucoup plus longtemps dans ces divers lieux que dans le bassin de la Seine. Ces deux bassins n'ont-ils été en communication qu'après la rupture de l'isthme du Pas-de-Calais ? C'est par l'examen minutieux des terrains et par la comparaison des fossiles qu'il sera possible de répondre à ces questions. »

Comment se fait-il que ce mémoire si remarquable, qui jetait un jour si nouveau sur la géologie du Nord de la France n'ait pas été publié ?

Il faut en accuser d'abord et avant tout l'hésitation que Constant Prévost a toujours montrée quand il fallait livrer ses travaux à l'impression. Dans ce cas particulier, une circonstance a dû augmenter ses appréhensions. Pendant que son travail était entre les mains des commissaires de l'Institut, De la Bèche publia, dans les Transactions de la Société Géologique de Londres, une comparaison des deux rives de la Manche.

Constant Prévost jugea, dès lors, qu'avant de terminer son travail, il lui était indispensable de visiter l'Angleterre. Il y fit un premier voyage en 1824. Il reçut l'accueil le plus amical des principaux géologues anglais : Lyell, qu'il avait guidé l'année précédente dans les environs de Paris, Fitton, Segdwick, Buckland, Conybeare, Weaver, Cumberland, Davy.

Il visita successivement sous leur direction les localités géologiques célèbres de l'Angleterre, Stonesfield, Dudley, la montagne de Malvern, Farfield, Bristol, la vallée de la Wye, Bath, Exeter, Penzance, les caps Landsend et Lizard, Plymouth, Lyme-Regis et Portland, s'arrêtant partout où il y avait une collection importante, reçu partout avec cette courtoisie exquise, que savent déployer les Anglais, lors qu'ils veulent faire à un étranger l'honneur de leur pays.

Constant Prévost goûta tant de charmes dans ses relations amicales avec la société anglaise qu'il alla chercher sa femme à Paris et l'amena à Londres. Ils y restèrent une quinzaine de jours ; puis il allèrent avec Fitton passer une semaine à l'île de Wight et ils revinrent en France par Brighton et Dieppe.

Il dut recueillir dans ces voyages un grand nombre de faits intéressants, mais il ne les publia pas. Il se borna

à en faire part à ses amis ; il en fit probablement aussi l'objet de quelques communications à la Société d'Histoire naturelle, car Desnoyers le cite continuellement comme autorité dans un mémoire sur le terrain jurassique de l'O. de la France.

Ses carnets de voyage renferment de nombreuses coupes. Il serait difficile de dire maintenant les faits nouveaux qu'il avait reconnus et de distinguer ce qui lui est propre et ce qu'il devait à ses compagnons de voyage.

Les seules publications, auxquelles ses observations ont donné naissance, appartiennent essentiellement à la paléontologie, non point à la paléontologie descriptive, mais à la partie philosophique de cette science et à ses applications à la géologie.

A propos d'une tête de poisson, rencontrée à Villers-sur-Mer, à la base des falaises des Vaches noires, il parle (1) de ses analogies avec une tête de poisson trouvée à Grandmont, près de Beaune (Bourgogne), dans un calcaire jurassique analogue à celui de Villers, et que Blainville avait nommée *Elops macropterus*.

« Voilà donc, dit-il, encore une espèce d'être organisé dont les débris se retrouvent à une distance considérable dans des couches d'une même époque, espèce qui n'a été trouvée ni dans les couches plus anciennes, ni dans les couches plus modernes. Chaque jour apporte des faits nouveaux à l'appui des rapports intimes qui existent entre la présence de divers fossiles et la position relative des couches qui les renferment. »

Il ajoute : « Il faut n'admettre un fait évidemment en opposition avec le principe général qu'il semble renverser,

---

(1) *Sur une ichthyolite des rochers des Vaches noires*. Bull. Soc. Philom. 1824 p. 41 et Ann. Sc. Nat. III, 1824 p. 243.

qu'après s'être bien assuré qu'il n'est pas explicable par une disposition locale. »

Il veut parler ici de la découverte de mammifères dans le terrain jurassique de Stonesfield, découverte qui préoccupait alors les savants.

Stonesfield est un petit village à 6 lieues au N.-O. d'Oxford, dans une plaine ou plutôt dans une large vallée, ondulée de collines basses et arrondies. C'est le siège d'une exploitation importante de pierre calcaire nommée *Pendle*. Cette pierre, après avoir été exposée à la gelée pendant l'hiver, se fend en lames minces, dont on se sert pour couvrir les toits. En fendant une de ces pierres, on découvrit une mâchoire que Cuvier, dans une visite au Musée d'Oxford, reconnut avoir appartenu à un mammifère didelphe.

L'illustre anatomiste avait posé comme principe que les mammifères n'étaient apparus qu'après la craie. La découverte qu'il venait de faire à Oxford, était si extraordinaire que, de retour à Paris, des doutes le prirent sur sa détermination. Dans la seconde édition de son dernier volume sur les ossements fossiles, après avoir parlé des ossements de reptiles trouvés à Stonesfield, il dit : « Parmi ces innombrables fossiles marins sont, à ce qu'on assure, deux fragments de mâchoire qui, lors d'une inspection rapide que je fis à Oxford, en 1818, me semblèrent de quelque didelphe. »

Un des premiers soins de Constant Prévost à son arrivée en Angleterre fut d'aller à Oxford, où il fut accueilli avec la plus grande bienveillance par le professeur Buckland. Celui-ci lui proposa même de lui confier les mâchoires pour que Cuvier pût les étudier à loisir ; mais il est probable que Constant Prévost ne voulut pas se charger d'un dépôt si précieux, il se contenta de dessiner une de ces mâchoires et d'envoyer son dessin à Cuvier.

Ce dessin dissipa tous les doutes, l'animal était bien un didelphe, mais la question de gisement était à régler.

Constant Prévost l'étudia avec soin. Malgré les affirmations des géologues anglais, Phillips et Conybeare, il conserva des doutes sur l'âge des calcaires exploités (1)

Il fait observer qu'on ne voit pas de superposition stratigraphique, qu'on ne connaît pas les couches qui les surmontent, que les caractères de la roche semblent spéciaux à la localité de Stonesfield, que les débris fossiles y sont isolés et entassés sans ordre, qu'ils ont appartenu à des animaux marins comme à des animaux terrestres.

Mais le grand argument qu'il invoque est un argument paléontologique. Il rappelle que l'association des fossiles trouvée à Stonesfield, os de Mégalosaure, d'oiseaux (il s'agit du Pterodactyle), de Plésiosaure, de Crocodile, de Tortues débris de Squales, de poissons, bois, empreintes de fougères, etc., existe aussi dans les sables ferrugineux de Tilgate en Sussex, qui appartiennent, comme on le sait, au Wealdien.

Buckland avait été frappé de cette ressemblance. Après avoir donné la liste des fossiles communs à Stonesfield et à Tilgate, il dit : « Les analogies ci-dessus démontrées sont très frappantes, et quoiqu'elles montrent que les conditions de la terre étaient à peu près les mêmes dans le moment où les deux formations ont été déposées, cependant le nombre et l'épaisseur des strates d'oolithe interposés entre les deux nous défendent même pour un instant de soupçonner leur idendité (2). »

---

(1) *Observations sur les schistes calcaires oolithiques de Stonesfield en Angleterre, dans lesquels ont été trouvés plusieurs ossements fossiles de mammifères*. Ann. Sc. Nat. IV, 1825, p. 389.

Observation sur le gisement du megalosaure fossile. Bull. Soc. Phil. 1825, p. 41. — Bull. Sc. Nat Ferussac, VII, 1886, p. 116.

(2) BUCKLAND. — *Mémoire sur le Megalosaure de Stonesfield*.

Constant Prévost, qui n'a pas été convaincu de la position attribuée par les Anglais aux schistes de Stonesfield, ne partage pas la même certitude.

Il verrait volontiers dans les schistes de Stonesfield et dans les sables de Tilgate des amas de détritus de différents âges, apportés par des cours d'eau postérieurement à la consolidation du terrain jurassique et du terrain crétacé. C'est la théorie qu'il proposait pour le mélange de coquilles marines et d'eau douce du bassin de Paris. Il se défend de vouloir en faire l'application aux schistes de Stonesfield. Mais on voit que c'est une idée qui hante son esprit et qu'il appliquera à la solution de toutes les difficultés paléontologiques. (1)

Les observations de Constant Prévost sur Stonesfield furent publiées à l'occasion d'un mémoire déjà cité de Desnoyers. (2)

Ce mémoire a eu pour objet de faire connaître les terrains de la Normandie, entre Belesmes et Alençon, et particulièrement de signaler une couche de calcaire oolitique, qui renferme, près de Mamers, une grande quantité de végétaux, et qu'on pouvait assimiler aux schistes de Stonesfield.

Desnoyers donnait en même temps une description assez étendue de la Normandie. C'était la première application de la nomenclature anglaise aux couches jurassiques du continent.

---

(1) Plus tard, en 1852, Constant Prévost dit qu'après s'être proposé toutes les objections possibles sur le gisement de mammifères de Stonesfield, il a reconnu que ces mammifères n'ont pas été transportés soit dans des puits, soit de toute autre manière, car ils sont associés avec la plupart des fossiles qui se rencontrent à Mamers. (B. S. G. 2me IX p. 323).

(2) *Observations sur quelque système de la formation oolitique du N. O. de la France et particulièrement sur une oolite à fougères de Mamers*. Ann. Sc. Nat. 1re Série IV p. 353.

Constant Prévost avait fourni à Desnoyers de nombreux renseignements. Dans son rapport à la Société Philomatique, il parle du travail géologique qu'il avait entrepris sur les falaises de Normandie. Il rappelle la structure du bassin de Paris avec sa ceinture jurassique appuyée sur l'Ardenne, les Vosges, le Morvan, le Limousin, la Bretagne, le Cotentin. Il ajoute que, pour compléter l'enceinte, pour trouver les bords Nord-Ouest du bassin, il faut passer en Angleterre dans le Cornouailles et le Pays de Galles. Il étaye ses dires d'une coupe d'Oxford à Charlbury, qu'il met à côté de la coupe de Belesmes à Alençon présentée par Desnoyers.

Il dit que ces coupes confirment celle des falaises du Calvados et celles de Paris aux Ardennes et au Jura qu'il inséra probablement dans le mémoire précité. Enfin, il donne un extrait d'une carte géologique montrant le prolongement des couches jurassiques de Normandie en Angleterre. (1)

Constant Prévost avait visité la célèbre localité anglaise de Lyme-Régis, où l'on rencontre dans les argiles du Lias une foule de débris de grands reptiles, Icthyosaures et Plésiosaures.

Il y arriva au moment où l'on venait de découvrir un Plésiosaure ; il l'acheta et en fit hommage au Muséum de Paris. A cette occasion, il communiqua à la Société Philomatique (2) un aperçu sur la géologie de Lyme-Régis et sur les principales espèces de reptiles qu'on y avait découvertes.

On trouve dans ses carnets de voyage quelques détails sur son acquisition.

Le commerce des fossiles de Lyme-Régis était alors entre les mains d'une femme, Mis Mary Anning. C'est elle

---

(1) Ann. Sc. Nat., 1re s., IV, p. 389, pl. 17.

(2) Bull. Soc. Phil., 1825, p. 167.

qui trouva le premier squelette, celui qui est au collège des Chirurgiens à Londres. Elle le vendit 5 l. s. au Colonel *** qui l'a revendu de suite 80 l. s.

L'Ichtyosaure, qui est au musée de Bristol, a été vendu 50 l. s.; un Plésiosaure a été acheté 120 l. s. par le duc de Buckingham. Le Plésiosaure du Muséum de Paris a été découvert par des marins sur la plage, Miss Anning le leur a acheté 3 livres et elle le vendit 10 l. à Constant Prévost.

En 1851, Constant Prévost retourna en Angleterre, mais ses carnets ne contiennent aucune trace de ce nouveau voyage.

Il séjourna une semaine à Hordle, chez la Marquise d'Hastings. Il fit sous sa direction une étude détaillée des couches fluvio-marines de cette partie du Hampshire. Il obtint aussi de la Marquise qu'elle envoyât le résumé de ses observations à la Société géologique de France (1).

En 1849, une nouvelle excursion à Dieppe rappela à Constant Prévost le projet qu'il avait formé de donner une description géologique détaillée du littoral de la France. Il fit part de son programme à l'Académie (2), mais la proposition n'eut aucune suite.

5° *Position des Lignites du Soissonnais*

Monnet (3), puis Poiret (4) avaient signalé dans le Soissonnais un dépôt charbonneux contenant de la pyrite, qui était employé pour la fabrication de l'alun. Ils avaient observé des coquilles d'eau douce dans les bancs inférieurs et des coquilles marines probablement des huîtres dans les bancs supérieurs.

(1) Bull. Soc. géol. 2me S IX, p. 191, 1825.
(2) Compt. Rend. Acad. des Sc. XXIX, 26 nov 1849.
(3) *Description minéralogique de la France* p. 80.
(4) Journal de Physique LI, p. 242 et LIII, p. 5.

Dans son premier article, publié en 1800, Poiret avait constaté que ces tourbes pyriteuses, comme il les appelait, sont situées à un niveau inférieur aux calcaires et aux sables marins qui constituent les collines du Soissonnais et du Laonnais.

Il admit qu'après la formation de la tourbe dans les eaux douces, la mer est revenue couvrir le pays et y a déposé les sables et les calcaires. Des courants, qui auraient existé au sein de la mer, ou des torrents, qui se seraient produits depuis sa retraite, auraient déblayé les vallées actuelles de manière à mettre à nu les couches de tourbe pyriteuse.

Coupé lui répondit (1) que ces dépôts de lignites peuvent être postérieurs au creusement des vallées et que les coquilles marines, qui sont à la partie supérieure, y auraient été amenées par le lavage des sables des plateaux.

Dans son second article, en 1801, Poiret exposa la même hypothèse que Coupé ; il la déclara possible, cependant il préféra encore la première pour des raisons qui n'ont rien de scientifique.

Quelques années plus tard, 1813, Héricard-Ferrand fournit à Brongniart des détails sur la structure du Soissonnais et donna une coupe où l'on voit dans la vallée le dépôt de lignites surmonté par des sables qui passent sous le calcaire grossier (2).

Brongniart reproduisit (3) la coupe d'Héricard-Ferrand en acceptant les conclusions de Poiret.

Constant Prévost avait fait vers la même époque la coupe de la montagne de Paris près de Soissons ; ses

---

(1) Journal de Physique, LII, p. 150.

(2) Héricard Ferrand : *Sur un terrain d'eau douce superficiel et les terrains qui lui sont inférieurs entre les rivières d'Aisne et d'Ourcq*. Ann. des Mines, 1821, VI, p. 419.

(3) *Description géologique des environs de Paris* 1823. pl. 1 B, fig. 2.

conclusions doivent avoir été conformes à celles d'Héricard [1], car Brongniart cite les deux géologues en même temps [2] et s'appuie sur leur témoignage pour mettre les lignites du Soissonnais au niveau de l'argile plastique.

Mais, sous l'influence de la découverte qu'il avait faite, en 1823, d'un petit banc ligniteux dans le calcaire grossier de Bagneux [3], nous voyons Constant Prévost concevoir des doutes sur la position des lignites.

L'année suivante, 1824, il observa dans l'île de Wight, les argiles ligniteuses d'Headon-Hill, qui sont supérieures aux sables à *Nummulites lævigata*. Il fut frappé de leur analogie avec celles du Soissonnais et dès lors ses doutes augmentèrent.

Au printemps de 1825, il fit un nouveau voyage dans le Soissonnais. Il vit les sables de Beauchamp à Nanteuil-le-Hardouin, puis atteignit, à Vauciennes, dans la vallée de l'Authonne, les couches inférieures au calcaire grossier.

A cette époque, les sables que nous nommons actuellement sables du Soissonnais et sables de Cuise étaient encore fort peu connus. Brongniart les avait réunis au calcaire grossier, ne sachant même s'ils lui étaient inférieurs ou supérieurs. Constant Prévost les distingua parfaitement, dans tout le cours de son voyage ; il remarqua à Vauciennes que ces sables se présentent en stratification entrecroisée et qu'ils contiennent des zônes sinueuses de petites Nummulites.

A Vauxbuin, il rencontra les premières cendrières ; il figure dans des coupes, les couches d'argile ligniteuse comme s'enfonçant sous les sables précédents.

Il visita les sablières d'Osly (fig. 9) et d'autres encore dont la localité n'est pas indiquée dans ses notes ; puis

---

(1) Ses manuscrits ne contiennent rien sur ce voyage.

(2) *Description géologique des environs de Paris*, p. 21.

(3) voir p. 69.

celles d'Urcel, où il vit les lignites recouverts par des grès, celles de Fétieux, de Saint-Gobain (fig. 10, 11) et de Bracheux.

La disparition de presque toutes les cendrières donne de l'intérêt aux coupes observées par Constant Prévost en 1825.

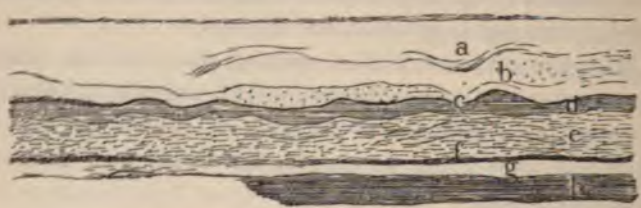


Fig. 9. — *Cendrière d'Osly*

a	Terre végétale, cailloux roulés débris	1 pied ½
b	Tuf coquiller blanc jaune, en lits sinueux ; petites Huîtres, Cyrènes, Cérites	2 pieds.
c	Lit de cendre noire, lignite terreux.	1 à 6 pouces.
d	Argile brune, schisteuse, bitumineuse. . . .	1 pied.
e	Tuf charbonneux et coquiller ; coquilles brisées, Cyrènes, Mélanopsides.	5 pieds.
f	Schiste bitumineux à grains fins, en lits discontinus, remplacés par de la cendre. . . .	2 pieds.
g	Schiste moins fin : Planorbes, plantes . . .	
h	Cendres	1 à 4 pieds.

Partout il constata que les lignites étaient exploités à une faible hauteur dans la plaine, sous le niveau du calcaire grossier. Mais il restait indécis sur leur position exacte. Une observation qu'il fit pendant l'automne de la même année à Amblaincourt, près Beaumont-sur-Oise, augmenta encore ses perplexités. Il vit des lignites, dont il reconnut la parfaite ressemblance avec ceux du Soissonnais. Comme dans le Soissonnais, ils sont accompagnés de lits remplis de coquilles d'huîtres. Ils lui parurent situés contre les sables calcarifères inférieurs (sables du Soissonnais) et à un niveau plus bas. Il se demanda quel est le rapport de ces

deux assises, et, à la page suivante, il résolut la question dans une coupe graphique en faisant passer les lignites sous le sable.

Mais le souvenir des lignites d'Headon Hill le poursuivait. L'année suivante, il se remit en route pour visiter avec Desnoyers, la Picardie, le Soissonnais et une partie de la Champagne.

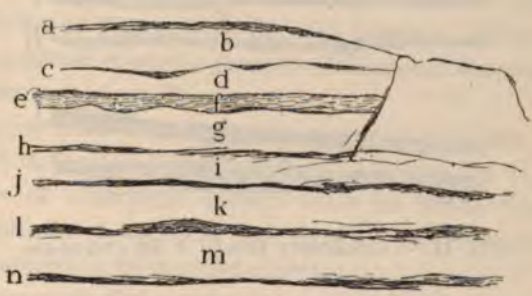


Fig. 10. — *Cendrière près de Saint-Gobain*

a Terre végétale.
b Sable terreux.
c Lit schisteux.
d Sable terreux.
e Lit schisteux.
f Sable gris.
g Pilé jaune ; cailloux noirs.
h Cendre.
i Sable coquiller.
j Cendres.
k Sable bleuâtre coquiller : Huîtres, Cyrènes, Cérites.
l Cendres.
m Sable argileux bleuâtre : Coquilles brisées.
n Cendres.

Le carnet qui contenait les notes de ce voyage ne s'est pas retrouvé. Mais nous en connaissons les résultats par quelques lignes que Desnoyers a consacré à la question, dans son rapport sur les travaux de la Société géologique de France en 1831.

Ils revinrent convaincus que la plus grande partie des lignites, sinon le système entier, ne passe pas sous le calcaire grossier, mais qu'il emplit des vallées et qu'il est appuyé sur les bords des escarpements de calcaire grossier.

Desnoyers ajoute que leur manière de voir a été fortifiée par des considérations paléontologiques.

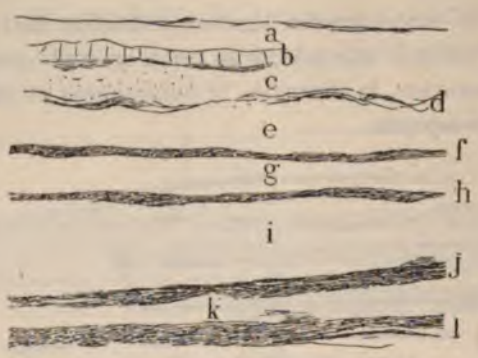


Fig. 11. — *Cendrière Henry à Saint-Gobain*

a Sable terreux se liant à la terre végétale.
b Marne jaune.
c Pilé coquiller.
d Lignes sinueuses de lignites.
e Argile bleuâtre. . . . . 1 pied.
f Lignite terreux. . . . . 6 pouces.
g Argile bleu verdâtre, plastique . . . . . 1 pied.
h Lignite terreux.
i Argile bleu verdâtre, plastique ; coquilles dans le bas . . . . . 4 pieds.
j Lignite.
k Lignite terreux et argile.
l Lignites.

Les lignites contenant des ossements de mammifères leur paraissaient moins anciens que le calcaire grossier où l'on n'en avait pas encore trouvé. Ils faisaient valoir de plus la présence dans les lignites de Melanopsides analogues aux espèces vivantes et la différence entre les fossiles des lignites et ceux de Grignon.

Ils en conclurent que les lignites du Soissonnais appartiennent à une époque plus récente que l'argile plastique(1)

Brongniart adopta leur manière de voir (2), Deshayes y apporta son adhésion à la suite d'un voyage à Epernay, où il vit que les lignites sont situés, comme le calcaire grossier, entre la craie et les assises à meulières.

« Près de Reims, dit-il, à Hautvillers, les lignites et le calcaire grossier sont bout à bout, l'un à côté de l'autre, c'est-à-dire que l'argile s'est déposée dans des vallées du calcaire grossier et que les deux formations ont été couvertes par les meulières (3). »

Desnoyers et Prévost ayant de nouveau exprimé leur opinion à la Société Géologique dans la séance du 4 juin 1832, Elie de Beaumont déclara avoir de fortes raisons pour continuer à regarder les lignites du Soissonnais comme inférieurs au calcaire grossier (4).

Alors Constant Prévost développa quelques arguments en faveur de son opinion. Il rappela que dans l'île de Wight, à Headon Hill, on rencontre l'argile plastique et l'argile de Londres, qui correspond au calcaire grossier (il y joignait l'argile de Barton), toutes deux en couches verticales et un système de couches horizontales composé de deux formations d'eau douce avec lignites (Headon Beds, Osborne beds) séparées par un dépôt marin. Les fossiles d'Headon Hill avaient été déterminés par Deshayes qui avait reconnu, *Melania inquinata, Melanopsis buccinoïdea, Paludina lenta, Neritina pisiformis, Cerithium fasciculatum, Cyrena Gravesii, Ostrea sparnacensis*, tous des lignites du Soissonnais (5).

---

(1) Bull. Soc. Géol. II, p. 279.
(2) Bull. Soc. Géol. II, p. 279.
(3) Bull. Soc. Géol. II, p. 63.
(4) Bull. Soc. Géol. II, p. 419.
(5) Bull. Soc. Géol. II, p. 428.

Devant de pareilles déterminations faites par le paléontologiste le plus compétent de l'époque, il était logique d'assimiler les lignites du Soissonnais à ceux d'Headon et, par conséquent, de les considérer comme plus récents que le calcaire grossier.

Elie de Beaumont répondit par un mémoire étendu sur le terrain tertiaire inférieur du Nord de la France et sur les dépôts de lignites qui s'y trouvent.

Son principal argument est tiré d'une coupe du plateau du bois de Vermand entre Saint-Quentin et Péronne. On y voit une couche de lignites recouverte par du sable jaune qui contient des rognons calcaires pétris de Nummulites. Il en conclut que les lignites du Soissonnais appartiennent à la partie inférieure du calcaire grossier.

Deshayes demanda à Elie de Beaumont s'il avait trouvé des fossiles dans ses lignites inférieurs au calcaire grossier et, sur sa réponse négative, dit que ces lignites pourraient très bien être différents de ceux du Soissonnais, car ceux-ci contenaient quatre espèces encore vivantes dans le midi de l'Europe *(Melanopsis costata* et *buccinoïdea, Melania inquinata, Paludina subcarinata)*, proportion d'espèces vivantes bien supérieure à ce que contenait le calcaire grossier [1].

On voit l'erreur se continuer, basée sur des raisonnements paléontologiques hâtifs. D'un autre côté, les observations d'Élie de Beaumont étaient bien incomplètes ; avec son admirable sens stratigraphique, il avait assimilé les lignites de Vermand à ceux du Soissonnais, mais il n'avait pas vu les fossiles qu'ils contiennent ; quant au sable, qui est au-dessus et qu'il avait pris pour représentant du calcaire grossier, c'est du limon quaternaire avec débris de silex à Nummulites.

---

(1) Bull. Soc. Géol. II, p. 434.

Constant Prévost appuya l'hypothèse de Deshayes. Il fit remarquer qu'il avait toujours distingué, dans le Soissonnais comme aux environs de Paris, deux systèmes à lignites : l'inférieur visible à La Fère, Dreux, Gentilly, rarement fossilifère et qui appartient à la formation de l'argile plastique; le supérieur, visible à Épernay, Varangéville, Bagneux, Vaugirard, Montmorency, Headon Hill, contenant un mélange de coquilles marines et fluviatiles. C'est à ce système qu'il rapportait la plupart des lignites du Soissonnais. Quant aux lignites vus par Élie de Beaumont, ils devaient appartenir au premier système, puisqu'il n'y avait pas trouvé de fossiles (1).

Dans la séance du 4 avril 1835, d'Archiac présenta son grand mémoire sur le département de l'Aisne et en fit un résumé pour le bulletin.

Il insista sur la question de l'âge des lignites. Il la fixa de la manière la plus exacte entre les sables de Bracheux, qu'il appelait glauconie inférieure, et les sables et grès de la base des sables inférieurs (sables de Cuise).

Il reconnut que les faits cités par Elie de Beaumont n'étaient pas concluants, mais il donna d'autres preuves ; à Urcel et à Mailly près de Laon, on exploite les lignites sous les sables et les grès ; à Maillly, en particulier, on voit ces sables et ces grès s'enfoncer sous le calcaire grossier. Ce fait et la circonstance que les lignites reposent toujours sur la glauconie inférieure établissent manifestement leur âge.

Quant à leur mode de formation, d'Archiac constata que les fossiles lacustres proprement dits y sont rares, qu'il y a quelques coquilles marines littorales, mélangées avec des espèces fluviatiles. Il en conclut que les lignites se sont formés sur des plages très basses à l'embouchure

(1) Bull. Soc. Géol. II, p. 446.

de grands fleuves, dont les eaux auraient charrié et accumulé des amas de végétaux, recouverts à plusieurs reprises par la mer [1].

Malgré tous ces faits parfaitement établis, Constant Prévost persévéra dans ses idées. Il avait exploré les environs de Reims en 1835. Il avait pu dresser la coupe de quelques cendrières. Nulle part il n'avait vu les lignites s'enfoncer sous le calcaire grossier.

Il fit part de ses observations à la Société Géologique de France, dans la séance du 19 décembre 1836 et il eut encore Elie de Beaumont comme contradicteur [2]; puis à celle du 18 décembre 1837, où Deshayes vint de nouveau lui apporter son suffrage [3] et à celle du 8 janvier 1838 en réponse à une observation de d'Archiac [4].

Cette même année, 1838, Ch. d'Orbigny entreprit une série d'études sur la position des lignites dans le Laonnais et le Soissonnais ; il en communiqua le résultat à la Société Géologique dans sa séance du 4 juin 1838. Il constata les faits indiqués par d'Archiac ; il observa que partout aux environs de Soissons les lignites sont situés à la base des collines, un peu au-dessus de la vallée, tandis que le calcaire grossier est à 50^{m} plus haut. Si donc les lignites étaient intercalés dans le calcaire grossier ou lui étaient supérieurs, il faudrait qu'ils se relevassent de plus de 50^{m} contre les collines. Il constata aussi que près de Mouchenot les lignites recouvrent le sable et le calcaire lacustre de Rilly et il admit que les lignites des environs d'Épernay sont de même âge que ceux de l'Aisne.

A la suite de la communication de d'Orbigny, d'Archiac apporta un fait décisif : à Montaigu près de Laon, les

(1) Bull. Soc. Géol. 1er VI p. 243.
(2) Bull. Soc. Géol. VIII p. 75.
(3) Bull. Soc. Géol. IX p. 88.
(4) Bull. Soc. Geol. IX p. 105.

lignites sont exploités sous les collines tertiaires par des galeries horizontales perçées dans la couche charbonneuse. Des puits verticaux d'aérage traversent le calcaire grossier et les sables qui sont en dessous. Le toit des lignites est formé par une couche remplie de *Cyrena cuneiformis* et de *Cerithium variabile* (1).

Constant Prévost persévéra néanmoins dans sa manière de voir disant que, s'il y a des lignites inférieurs au calcaire grossier, il y en a, comme à Vaugirard et à Bagneux, qui sont contemporains et d'autres, comme ceux de l'île de Wight qui sont postérieurs. En énonçant cette proposition générale, il était certes dans le vrai, mais il avait tort lorsqu'il rapprochait des lignites de l'île de Wight la plupart des dépôts du Soissonnais et de la Champagne.

Il faut supposer que la question ne paraissait pas claire à tout le monde, car Deshayes et de Boisy soutinrent l'opposition de Constant Prévost (2).

La discussion recommença dans la séance du 1er avril 1839 (3), puis ce fut fini. Les faits cités par d'Archiac et d'Orbigny furent peu à peu constatés par tous les observateurs et la position des lignites du Soissonnais, sous le calcaire grossier, fut acquise à la science.

6° *Origine des Meulières*

Une très courte note insérée par Constant Prévost, en 1826, dans le Bulletin de la Société Philomatique (4), traite d'une des questions les plus difficiles et les plus controversées de la géologie, de l'origine des meulières.

On sait que les collines et les plateaux des environs de Paris sont couronnés par une argile rougeâtre remplie de

(1) Bull. Soc. Géol. Fr., IX, p. 318.
(2) Bull. Soc. Géol. Fr., IX, 324.
(3) Bull. Soc. Géol. Fr., X. p. 159.
(4) Bull. Soc. Phil. 1826 p. 167.

blocs irréguliers, de toutes dimensions, d'une pierre siliceuse, exploitée pour l'empierrement des routes et pour les constructions dans les lieux humides. On l'appelle meulière en raison de sa ressemblance d'aspect et de nature avec la pierre siliceuse que l'on emploie à la Ferté-sous-Jouarre pour la fabrication des meules de moulins.

Voici ce qu'en dit Constant Prévost. « Les meulières, qui couronnent presque tous les plateaux élevés des environs de Paris, ne se présentent jamais en bancs continus et réguliers. Ce sont des blocs de dimensions variées, au milieu d'une argile plus ou moins pure, plus ou moins colorée en rouge. Si la position relative de ces blocs, ainsi que les cassures nettes qu'on remarque sur les faces de quelques-uns, portent à croire qu'ils ne sont plus dans le lieu où ils ont été formés, d'un autre côté, en examinant avec attention plusieurs exploitations de meulières des hauts plateaux, on est convaincu que les dérangements ont tout au plus consisté en des tassements et qu'il n'y a pas eu de déplacement par transport, car on retrouve toujours auprès l'un de l'autre les fragments qui paraissent avoir été séparés par une fracture, et l'on remarque que la surface des blocs, loin d'avoir été usée par le frottement, est hérissée d'aspérités et de lames siliceuses très minces qui pénètrent dans la gangue argileuse. Ces faits semblent donc indiquer que les meulières ont pris naissance dans la gangue qui aujourd'hui les enveloppe Ce qui le prouve encore ce sont les formes variées, irrégulières, souvent sphéroïdes des meulières. Bien plus, leur intérieur est souvent creux et rempli d'une argile semblable à celle qui leur sert de gangue ; quelquefois aussi, un noyau siliceux entouré d'argile est libre dans ces cavités, qui ne communiquent en aucune manière avec l'extériuer. (1) »

(1) Constant Prévost est revenu en 1845 sur cette théorie ; il fit alors remarquer que la gangue argileuse est plus pure au contact des meulières qu'à une certaine distance. Bull. Soc. Géol. de Fr. 2e, II, p. 223.

Il remarqua en outre que les meulières à coquilles d'eau douce occupent presque toujours la circonférence et les parties élevées des anfractuosités du sol sous-jacent, dont les fonds sont remplis par des meulières, sans coquilles. Il en conclut que, si on suit les ondulations de la surface d'un grand plateau de meulières comme celui de Montmorency, on croit avoir sous les yeux l'ancien fond inégal d'un vaste marécage, dont les bords et les parties relevées auraient été habités par les mollusques et par les plantes, tandis que les profondeurs se trouvaient désertes.

Constant Prévost chercha ensuite à expliquer la formation des meulières. Il suppose que, si des sédiments argileux se déposent dans une eau qui tient des particules siliceuses en suspension, celles-ci, enfermées dans la pâte sédimentaire, s'attirent pour former des nodules. Il rappelle à ce sujet une remarque de Fitton : « Lorsque l'argile et le silex pulvérisés pour l'usage des potiers sont mélangés, après avoir été séparément délayés dans l'eau à la consistance de crême épaisse, si les ingrédients sont laissés agir les uns sur les autres pendant 24 heures, les particules siliceuses s'unissent en grains sablonneux et la masse n'est plus propre à la fabrication. »

Ainsi Constant Prévost admet :

1° Que les meulières n'ont pas été transportées.

2° Qu'elles sont contemporaines de l'argile dans laquelle elles sont empâtées.

3° Que la silice était à l'état de suspension dans l'eau des étangs où se déposait l'argile.

La première proposition de Constant Prévost sur le non transport des meulières est évidente ; les deux autres sont très contestables.

La contemporanéité des meulières et de l'argile est loin d'être acceptée par tout le monde. Elle a donné lieu

en 1856 à un débat intéressant entre Meugy et Hébert [1].

Meugy fit observer que les meulières constituent une formation locale dépendante du calcaire de Beauce et du calcaire de Brie [2], et qu'elles n'existent que là où les calcaires ne sont pas recouverts par une assise tertiaire. Il en déduit, conformément à une ancienne opinion de Brongniart [3], que la meulière était primitivement empâtée dans du calcaire, que le calcaire a été dissous et qu'il n'est plus resté que le squelette siliceux. L'argile serait aussi un résidu de la dissolution du calcaire, qui est toujours plus ou moins impur. Meugy attribuait cette dissolution à des eaux acides, qui auraient ruisselé dans le bassin de Paris, lorsque le sol présentait à peu près la configuration actuelle. Elles seraient venues du sud et auraient dû leur acidité (probablement de nature chlorhydrique) à des émanations d'origine volcanique. C'est une théorie qui a été renouvelée depuis dans d'autres circonstances.

Hébert, successeur de Constant Prévost à la Sorbonne, se fit le défenseur de sa théorie en prouvant, par quelques coupes, qu'il existe des meulières recouvertes de couches stratifiées, et dont l'origine ne peut par conséquent être dû à l'action d'eaux acides sur un calcaire siliceux.

Une troisième hypothèse, plus éloignée encore que la précédente des idées de Constant Prévost, est celle de la meuliérisation.

M. Dollfus l'a exposée dans sa notice sur la nouvelle carte géologique des environs de Paris. Les eaux atmosphériques, chargées d'acide carbonique s'infiltrent dans le calcaire silicieux, le dissolvent en partie, pénètrent des parties hautes vers les parties basses, où elles laissent

(1) Bull. Soc. Géol. Fr., 2e série, XIII, p. 417, 438, 581, 582, 600.

(2) Il s'agit dans ce cas des meulières de Brie ou de La Ferté-sous-Jouarre.

(3) *Description géologique des environs de Paris*, p. 79.

déposer la silice, tandis que le carbonate de chaux disparaît par les sources à l'état de bicarbonate. Ainsi la meulière n'existerait pas toute formée dans le calcaire siliceux, elle naîtrait chaque jour par une migration de haut en bas des éléments du calcaire.

Chacune de ces théories sur l'origine des meulières est purement spéculative ; aucune n'est appuyée sur une étude sérieuse de la roche et des conditions où elle se rencontre. Toutes trois peuvent contenir une certaine somme de vérités. Ainsi il est certain que les vides des meulières sont dus à la dissolution du ciment calcaire ou marneux qui les empâtait ; il est probable que les concrétions siliceuses, les cristaux de quartz qui tapissent ces cavités, sont le résultat d'apports postérieurs dus à des eaux siliceuses incrustantes, mais ce n'est qu'une très petite partie par rapport à la masse siliceuse et l'on se demande d'ailleurs pourquoi, si la silice est dissoute, elle ne s'échapperait pas par les sources en même temps que le bicarbonate.

Il n'est pas démontré que l'argile qui accompagne les meulières soit le résultat de la dissolution sur place d'un calcaire. Elle présente les plus grandes analogies avec l'argile qui empâte les silex dans le conglomérat à silex du Nord. Dans ce cas, il y a eu souvent apport d'argile et remaniement des silex à de faibles distances.

Quant à la possibilité que des agrégats siliceux se soient formés dans les couches stratifiées peu de temps après le dépôt de ces couches, il n'y a guère à en douter. Les études de M. Renard ont prouvé que c'était le cas des silex de la craie.

Aux environs de Mons, il existe dans le terrain crétacé une masse siliceuse désignée sous le nom de Rabot, qui a été reconnue par des sondages sous la craie et les terrains tertiaires sur une étendue considérable, on ne peut l'attribuer à l'action d'une silicification par l'action d'eaux superficielles.

Sous le Rabot, l'assise dite des Fortes-toises est formée par de la marne verte très argileuse, qui contient un grand nombre de nodules fort irréguliers de silice ; les mineurs les ont appelés Verts à tête de chat ; on les connaît aussi sur une grande surface. Il est donc bien difficile de nier absolument que des amas silicieux puissent se former au milieu de masses argileuses.

La théorie de Constant Prévost mérite une sérieuse discussion. Si certaines de ses propositions sont manifestement fausses, si d'autres paraissent douteuses, on ne doit pas oublier qu'il abordait un des problèmes les plus difficiles, et que, malgré les progrès faits depuis près de 60 ans par la science géologique, nous ne sommes pas beaucoup plus avancés qu'à son époque dans l'explication de l'origine et du gisement des roches de silice.

Il ne se prononce pas dans ses écrits sur l'origine de la silice des meulières, mais on sait par son enseignement qu'il la rapportait à des sources et qu'il l'assimilait aux roches geysériennes d'Islande, non point comme phénomène éruptif, mais comme source interne de la silice. On lui a quelquefois vivement reproché l'idée de supposer qu'il puisse y avoir eu des geysers dans le bassin de Paris, loin de tout volcan. Ce ne pouvait être une objection sérieuse à l'époque où il vivait, où la réaction contre les théories neptuniennes de Werner battait son plein, à une époque où d'Omalius d'Halloy ne craignait pas de faire venir par des sources les galets des poudingues. N'a-t-on pas vu, bien plus récemment encore, des géologues éminents réclamer l'intervention des phénomènes éruptifs, pour expliquer le remplissage des poches de sable sur les plateaux du bassin de Paris.

D'ailleurs l'origine primitive des amas de silice est loin d'être élucidée. Les études de M. Cayeux tendent à démontrer que dans bien des cas la silice provient de la multiplication de végétaux ou d'animaux siliceux (Diatomées Radio-

laires et Spongiaires). Mais ces êtres ont dû l'emprunter à l'eau, dans le sein de laquelle ils vivaient; ils ne pouvaient donc pulluler que là où l'eau était chargée de silice. L'examen du calcaire siliceux de St-Nectaire a montré au même savant que la silice, tenue en dissolution dans l'eau de St-Nectaire, était concentrée par les Diatomées et fixée par elles dans le calcaire que déposent les eaux incrustantes.

Certes il n'est pas de géologue qui oserait dire qu'il n'ait pu y avoir dans le bassin de Paris, à l'époque tertiaire, des sources analogues à celle de Saint-Nectaire.

Constant Prévost publia encore en 1829 (1) une courte note sur les graines de Chara fossiles ou Gyrogonites d'une nouvelle espèce, qu'il avait découvert dans les meulières de Montmorency. Ces petits corps avaient d'abord été considérés par Lamarck comme des coquilles d'animaux voisins des Milliolites. Léman avait montré leur analogie avec les capsules de Chara. Mais Lamarck conservait sa manière de voir et d'Orbigny avait apporté un appui à l'hypothèse de la nature animale des Gyrogonites en découvrant des corps analogues dans les sables marins de Rimini. Constant Prévost fit ressortir que la nouvelle espèce qu'il signalait se rapprochait plus des Chara actuels que celle étudiée par Lamarck *(C. medicaginula)*. Il rappelle à cette occasion les diverses espèces déjà décrites. Il en conclut que le genre Chara était très développé aux époques géologiques.

Un côté de son esprit scientifique se manifeste en cette circonstance. Il refuse de donner un nom à la nouvelle espèce, « parce qu'il importe, dit-il, que les Gyrogonites ne reçoivent un nom spécifique, qu'après qu'une étude préliminaire des Chara existants aura fixé la limite des différences possibles dans les capsules d'une même plante et aura fait apprécier la valeur des parties qui peuvent

(1) Bull. Soc. Philomatique, 1829, p. 196.

fournir des caractères distinctifs. » On voit poindre sa répugnance contre les déterminations hâtives de certains naturalistes descripteurs, qui saisissent le moindre caractère pour créer des espèces et qui grèvent la science de noms inutiles.

7° *Sable de Fontainebleau et Calcaire de Beauce*

Les études de Constant Prévost sur les sables de Fontainebleau et sur le calcaire de Beauce sont inédites. Néanmoins, il y a lieu de les citer parce qu'elles contiennent des renseignements sur des points aujourd'hui peu connus.

La première mention qu'on trouve dans ses notes sur ce sujet, se rapporte a un voyage qu'il fit en 1823 avec Lyell. Il reçut le savant anglais chez sa mère, au Mée, près de Melun ; de là ils partirent pour Fontainebleau.

Ils visitèrent les carrières de Belle-Croix, célèbres alors parce qu'on y trouvait les cristaux de calcaire quarzifère, dit grès cristallisé, il en donne la coupe suivante.

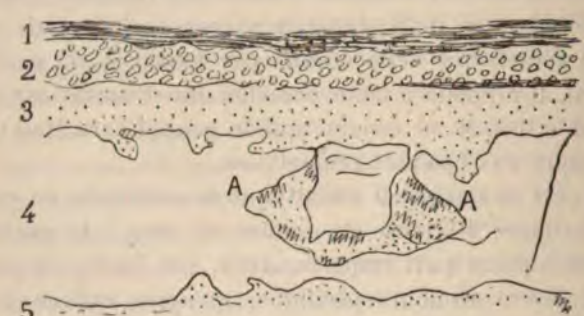


Fig. 12. — *Coupe des carrières de Belle-Croix à Fontainebleau*

1 Diluvium.
2 Calcaire d'eau douce en fragments.
3 Sable fin blanc, jaune à la partie supérieure.
4 Grès avec cavités (A) remplies de sable et tapissées de cristaux.
5 Sable blanc fin.

Dans un autre point, qu'il ne désigne pas autrement que par l'appellation de Fontainebleau, il relève une autre coupe.

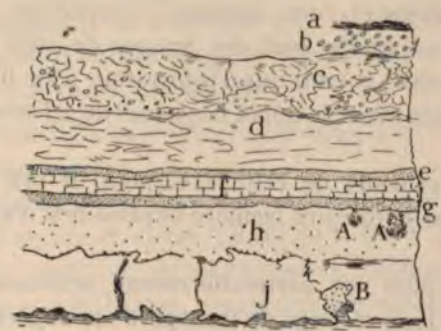


Fig. 13. — *Coupe des sables de Fontainebleau*

a Terre végétale.
b Sable et diluvium, argile rouge.
c Calcaire d'eau douce fragmentaire, plus poreux, avec beaucoup de coquilles ou cavités de coquilles. Les fragments sont réunis par une marne blanche. . . . . 4 pieds.
d Calcaire d'eau douce assez compact. . . . . 2 pieds.
e Sable argileux vert, quelque fois vert noir, avec Lymnées et Gyrogonites . . . . . 2 à 3 pouces.
f Calcaire sablonneux d'eau douce . . . . . 5 à 6 pouces.
g Sable ferrugineux . . . . . 2 à 3 pouces.
h Sable très blanc et très fin avec des grès blanc (A) formés en grappes par l'infiltration du calcaire 3 pieds.
g Grès à surface ondulée, divisé par des fentes et renfermant des cavités (B) remplies de sable fin ; les fissures verticales sont tapissées de cristaux calcaires, ainsi que la surface de l'assise qui est en contact avec le sable.

On trouve ensuite la mention d'une excursion ultérieure sans date, mais cependant qui eut lieu au plus tard en 1833. C'était une excursion nombreuse comprenant 12 géologues et 28 botanistes dont Adrien et Alexis de Jussieu. On y voit

aussi figurer le Docteur Roberton, le généreux donateur de la Société Géologique. Ils visitèrent encore la carrière de Bellecroix ; en y montant ils virent des blocs de grès aux formes cariées et aux surfaces caverneuses. Constant Prévost pense que se sont des masses de sable agglutiné par le calcaire ; il croit que l'infiltration a eu lieu sur un fond de sable avant le dépôt des bancs de calcaire qui sont plus haut.

Durant le cours de cette excursion, il prit plusieurs coupes dans le calcaire lacustre supérieur et d'autres dans le sable.

L'une d'elles est particulièrement intéressante. Il y remarque deux terrains de transport : le supérieur rouge contenant des fragments de calcaire d'eau douce et des silex arrondis, l'inférieur jaunâtre où il n'existe plus de silex.

Fig. 14. — *Coupe des sables superficiels près de Fontainebleau*

a Sable rouge avec fragments de calcaire d'eau douce et silex arrondis.

b Sable fin jaunâtre avec fragments de calcaire d'eau douce.

A Sable blanc en feuillets inclinés différemment ; les lits sont distincts par la grosseur des grains et la quantité de mica.

En dessous, il y a du sable blanc en petits lits distincts par la grosseur des grains de quarz et par la quantité du

mica ; il est disposé en stratification entre-croissée c'est-à-dire inclinée dans diverses directions. Constant Prévost trouve ce sable différent du vrai sable de Fontainebleau ; il se demande si ce n'est pas déjà le résultat du lavage des collines. Il eut été plus près de la vérité en y voyant des traces de dunes terrestres.

En 1834 et 1835, nouvelles excursions, dont il rapporte de nombreuses coupes.

C'est alors qu'il se posa un problème dont la solution n'est pas encore éclaircie. Le sol de la forêt de Fontainebleau est constitué par deux assises, l'une plus ancienne les sables et grès, l'autre, plus récente le calcaire de Beauce. Or il remarqua que les grès étaient souvent à un niveau plus élevé que le calcaire. Il se demanda si le calcaire ne s'est pas déposé dans les dépressions d'un ancien sol formé par les sables et les grès.

Il visita aussi la sablière de Buteau et y releva la série de couches suivante.

Terre végétale.	
Calcaire d'eau douce en fragments dans une marne calcaire.	4 à 5 pieds.
Petit lit de sable verdâtre.	
Marne blanche feuilletée, divisée par de petits lits de sable	6 pouces.
Sable blanc avec coquilles marines	1 pied.
Sable blanc avec rognons calcarifères, coquilles .	4 pieds.
Marne blanche sableuse.	2 pouces.
Sable blanc fin sans coquilles	4 à 6 pieds.
Sable coquiller.	

Il avait donc bien vu que le sable coquiller est au sommet de l'assise des sables de Fontainebleau.

En 1837, Constant Prévost alla passer quelques jours dans les environs de Fontainebleau avec 14 élèves dont M. Lajoye. Ils partirent le 14 mai, en bateau, pour Melun ;

le temps était mauvais, les eaux, hautes ; cependant le bateau marchait bien en profitant des contre-courants. Ils avaient quitté Paris à 7 h. du matin, ils arrivèrent à Melun à 11 h. 1/2. Ils visitèrent les environs de Melun, de Fontainebleau, de Nemours, de Chateau-Landon ; puis ses élèves le quittèrent et il continua son excursion avec le marquis de Roys et Lajoye. C'est alors qu'il prit à Fromont une coupe intéressante.

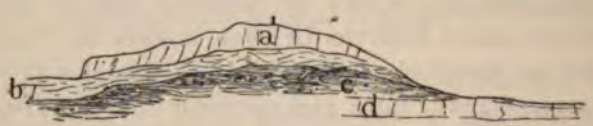


Fig. 15. — *Coupe de la sablière de Fromont*

a Calcaire à Hélix.
b Marne jaune très argileuse.
c Marne verdâtre et blanche comme la marne à amender d'Armenon avec plaques meuliériformes.
d Calcaire marneux blanc et vert représentant le calcaire supérieur au grès, ou calcaire de Beauce.

Ainsi Constant Prévost avait distingué au sommet du calcaire de Beauce, le calcaire à Hélix de l'Orléannais. Il fut plus précis dans la communication qu'il fit le 5 juin suivant à la Société Géologique de France et dont nous n'avons qu'un court résumé.

Il y est dit : [1]

« Le grès de Fontainebleau est surmonté par un troisième calcaire d'eau douce qui est celui des sommets de la forêt de Fontainebleau et des environs de Malesherbes. »

(1) Bull. Soc. Géol. de France, VIII, p. 266. — Voir aussi une communication du 20 novembre 1837, Bull. Soc. Géol. de France, IX, p. 40.

« Au dessus de ce troisième calcaire, on en voit un quatrième dont il est séparé par des marnes jaunes et vertes. »

« Ce dernier calcaire est le calcaire supérieur de la Beauce ; il couronne les buttes de Fromont, Rumont, Bromeilles, et s'étend par la forêt d'Orléans jusqu'à la Loire, où plusieurs de ces calcaires d'eau douce de différents âges sont probablement réunis. »

La division du calcaire de Beauce en deux assises distinctes était un fait important pour la géologie du bassin de Paris ; mais on y fit peu d'attention jusqu'à ce que les travaux de M. Douvillé vinssent la mettre en lumière. (1) Il est regrettable que la carte géologique de France, qui porte tant de division pour le bassin de Paris n'ait adopté aucune marque pour distinguer ces deux calcaires.

En 1842, Constant Prévost communiqua à la Société Géologique de France quelques observations sur la coloration des sables de Fontainebleau (2) ; il les compléta en 1845 (3).

A Orsay les grès sont recouverts de meulières et sur celles-ci on trouve du fer limoneux en grains. Les dissolutions métalliques ont pénétré dans les grès après avoir traversé les meulières ; mais lorsqu'il y a une couche d'argile entre les meulières et les grès, la dissolution n'a pu la traverser et le grès n'est pas coloré.

Les oxides de manganèse et de cobalt sont venus comme celui de fer de la surface, mais leur infiltration est d'un âge plus récent. La coloration noire s'est étendue sur les grès comme une tâche d'encre. Les fissures de la roche sont tapissées d'un enduit noir qui indique le passage des substances métalliques ; on les voit alors pénétrer dans les sables inférieurs et les colorer en noir.

---

(1) Bull. Soc. Géol. de France, 3e série, IV, p. 92.
(2) Bull. Soc. Géol. Fr. 1re S. ; XIII, p. 205, 349.
(3) Bull. Soc. Géol. Fr. ; 2e S. ; II, p. 386.

Les sables ne sont colorés que là où ils sont recouverts par les meulières ; partout où ils sont placés sous les calcaires d'eau douce, ils sont blancs.

Constant Prévost conclut que les sources qui amenaient la silice dans les bassins où se sont formées les meulières étaient accompagnées de sources métallifères. Il faut, selon lui, distinguer une action de bas en haut produite par les sources, donnant naissance à un dépôt métallifère et une action de haut en bas due à la filtration des eaux superficielles et entraînant les matières métalliques déposées sur le sol.

La seconde action, que l'on peut déduire directement de l'observation des faits, est hors de doute. Quant à la première action, c'était une hypothèse très en vogue à l'époque où écrivait Constant Prévost. Actuellement on est peut-être moins généralement disposé à aller chercher dans des sources l'origine des matières minérales et particulièrement des minerais de fer; quant à l'origine primitive du maganèse, elle est encore bien incertaine.

8° Calcaire de Château-Landon

Il existe dans la vallée du Loing, à Château-Landon (Seine-et-Marne), des carrières d'où l'on extrait un calcaire gris jaunâtre, compact, à grains fins, assez dur pour être poli, et qui depuis deux cents ans est employé aux constructions de Paris sous le nom de marbre de Château-Landon. C'est avec ce calcaire que l'on vient de construire la nouvelle église du Sacré-Cœur de Montmartre.

Brongniart y avait reconnu des Lymnées et des Planorbes qui témoignent de son origine lacustre, mais les carrières étant isolées, il ne put déterminer exactement son âge. Il le rapporta d'abord [1] avec hésitation au calcaire d'eau douce

(1) *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris* (1808) et *Description minéralogique des environs de Paris*, p. 79.

supérieur (Calcaire de Beauce) ; puis [1] il se décida à le réunir au calcaire d'eau douce moyen, c'est-à-dire à une couche inférieure aux sables de Fontainebleau, en se basant sur ses analogies lithologiques et sur sa position dans une plaine assez basse, inférieure aux plateaux de sable voisins.

A sa demande, Berthier, membre de l'Institut, qui habitait Nemours, avait fait quelques recherches dans les environs. Il avait reconnu qu'au Fay, entre Château-Landon et Nemours, on voit les sables de Fontainebleau au-dessus du calcaire de Château-Landon.

Il faut croire cependant qu'il restait des doutes dans l'esprit des géologues parisiens et dans celui de Brongniart lui-même, car le chapitre où il parle du calcaire de Château-Landon est intitulé *Calcaires d'eau douce d'âge incertain.*

Dans la séance du 15 décembre 1834, la question fut portée devant la Société Géologique par une note d'Héricard Ferrand [2] annonçant qu'il a trouvé à un niveau supérieur au calcaire de Château-Landon, un banc de calcaire marin avec Cérites et Ampullaires. Le banc qui les contient recouvre-t-il le calcaire d'eau douce, ou forme-t-il un monticule qui le perce ? Héricard posait la deuxième hypothèse, parce qu'il croyait le calcaire de Château-Landon supérieur aux sables de Fontainebleau.

Lajoye, élève de Constant Prévost, répondit que le calcaire de Château-Landon est le même que celui de Nemours et de Provins, qu'ils sont employés concurremment dans les monuments publics. Le calcaire de Nemours étant manifestement inférieur aux sables de Fontainebleau, il devait en être de même de celui de Château-Landon.

---

(1) *Description géologique des environs de Paris* (1822), p. 290.

(2) Bull. Soc. Géol. Fr. 1re s., VI, p. 91. (Voir aussi HÉRICARD FERRAND), *Itinéraire géognostique de Fontainebleau à Château-Landon et composition du sol de la plaine de Château-Landon* (Ann. Soc. Nat., Mai 1826, VIII, p. 54).

Élie de Beaumont et Dufrenoy repoussèrent les rapprochements établis par Lajoie entre le calcaire de Château-Landon et ceux de Nemours et de Provins.

C'est alors que Constant Prévost intervint dans le débat. On voit dans ses notes que, dès 1832, il considérait le calcaire de Château-Landon comme inférieur au sable de Fontainebleau.

Il rendit compte à la Société d'études qu'il venait de faire pendant les vacances dans la vallée du Loing à Château-Landon, Nemours, Provins, etc. Sa communication n'a pas été publiée, mais il est bien facile de la rétablir par ses notes de voyage. Il est utile de le faire pour montrer que cet éminent géologue n'était pas seulement un esprit théorique, mais que ses qualités d'observateur et de stratigraphe n'étaient pas inférieures à celles de ses contemporains.

On trouve dans ses notes deux coupes prises dans les carrières de Château-Landon.

Fig. 16. — *Coupe d'une carrière à Château-Landon*

1. Calcaire à tubulures.
2. Calcaire compact.
3. Calcaire sablonneux.
4. Argile sablonneuse analogue aux parties supérieures de l'argile plastique.
5. Sable rouge retiré du trou et fragments de grès rappelant les grès inférieurs de Nadret.

Cette coupe, comme la suivante, démontre la superposition du calcaire de Château-Landon à l'argile plastique.

Fig. 17. — *Coupe d'une carrière à Château-Landon*

1° Calcaire tendre, divisé.
2° Calcaire compact à tubulures.
3° Calcaire blanc jaunâtre avec tubulures.
4° Argile sableuse.

Une coupe qu'il observa, en descendant de Château-Landon à Souppe par la grande route, lui fit voir la superposition du calcaire exploité à une assise de sable et de galets.

Fig. 18. — *Coupe de Château-Landon à Souppe*

1° Calcaire exploité.
2° Petit lit de sable argileux.
3° Silex blonds et noirs très roulés.
4° Craie.

Sur le chemin de Château-Landon à Nemours, près de Beau-Moulin, il constata aussi que le calcaire siliceux contient à la base de nombreux galets de silex, et qu'il repose sur une assise de galets, de poudingue et de grès.

Tout le long de la route, on aperçoit, au pied des collines, des blocs de grès et de poudingue qui font saillie dans la campagne.

A Nemours et à Moret, il vit encore le calcaire siliceux entre les sables avec cailloux roulés en dessous, et les sables

de Fontainebleau au-dessus. Il connaissait les environs de Moret depuis longtemps. Dans une excursion qu'il y avait faite le 5 août 1823, avec Lyell, il y avait relevé la coupe suivante :

1 Fragments de calcaire d'eau douce.
2 Calcaire siliceux avec cavités irrégulières souvent remplies de sable et d'argile jaune.
3 Calcaire siliceux, poreux et renfermant des galets.
4 Argile plastique.
5 Poudingue noir dans du sable.

Fig. 19. — *Coupe aux environs de Provins*

A Valvin, près de Fontainebleau, Constant Prévost avait observé la coupe suivante :

Fig. 20. — *Coupe à Valvin.*

1 Meulières inférieures.
2 Marnes vertes avec banc subordonné de calcaire.
3 Marne argileuse jaune.
4 Argile brune.
5 Marne calcaire jaunâtre.
6 Marne verte et blanche, contenant des plaques de calcaire très dur.
7 Meulières.
8 Calcaire siliceux avec cavités remplies de chaux carbonatée.

A Saint-Ange, près de Moret, il distingua au-dessus du calcaire siliceux des marnes verdâtres avec rognons de magnésite, qu'il rapporta aux marnes supérieures au gypse, et, immédiatement sous le sable de Fontainebleau, un calcaire marin rappelant le calcaire marin signalé par Héricart, à Château-Landon.

Il était tout naturel d'assimiler les calcaires de Nemours, de Valvin, de Moret avec celui de Château-Landon, et, par suite, de considérer celui-ci comme inférieur aux sables de Fontainebleau et même aux marnes vertes.

A Surville, près de Montereau, il avait dessiné une très belle coupe de toutes les couches tertiaires du pays.

Fig. 21. — *Coupe à Surville*

1° Meulières supérieures.
2° Sable jaune et blanc contenant des grès à la partie supérieure.
3° Calcaire d'eau douce avec Lymnées.
4° Petit lit de calcaire jaunâtre, rappelant le calcaire à coquilles marines de Provins.
5° Lit de marnes vertes.
6° Calcaire blanc fragmentaire.
7° Calcaire plus jaunâtre, siliceux, avec galets dans la partie inférieure.
8° Poudingue calcaire, sable, grès en fragments arrondis non cimentés.
9° Argile exploitée.
10° Craie.

La présence du banc de calcaire d'eau douce n° 3 au-dessus des marnes vertes le frappa. Il se demanda si les marnes vertes disparaissant vers le sud, le calcaire de Château-Landon ne serait pas formé par la réunion du calcaire siliceux inférieur avec le calcaire d'eau douce qu'il appelait travertin n° 2.

Les environs de Provins lui offrirent diverses coupes ; celle de la route de Saint-Brice est la suivante :

Fig. 22. — *Coupe à Provins*

1° Meulières.
2° Calcaire d'eau douce.
3° Calcaire avec coquilles marines : Cérites, Natices, et coquilles d'eau douce (*Cyclostoma mumia*).
4° Chaux carbonatée fibreuse.
5° Calcaire marneux à grains fins, se divisant en sphéroïdes.
6° Marnes blanches et vertes avec plaques de calcaire compact, très dur, ayant l'apparence de meulières.
7° Calcaire siliceux d'eau douce.
8° Calcaire siliceux bréchiforme.
9° Sables et grès.
10° Argile.
11° Craie.

Cette coupe était tout à fait d'accord avec celle que Naudet avait donnée, en 1829, dans les Annales des Sciences Naturelles. Naudet avait trouvé des ossements de Lophiodons dans le calcaire d'eau douce inférieur. Constant Prévost attachait une très grande importance à cette

découverte qui venait conformer d'une manière inespérée sa théorie du bassin de Paris. Il admettait donc que le calcaire d'eau douce de Provins correspondait au calcaire grossier.

Sur la route de Nangis il observa la coupe suivante :

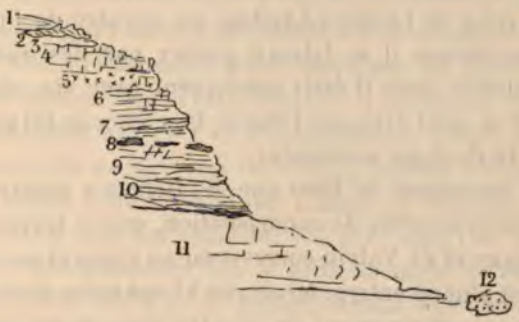


Fig. 23. — *Coupe à Nangis.*

1° Terre rouge ocreuse.
2° Meulières vraies.
3° Passage des meulières au calcaire d'eau douce.
4° Calcaire bréchiforme d'eau douce.
5° Calcaire à coquilles marines.
6° Marne calcaire, compacte, jaune, se délitant en boules.
7° Marne jaunâtre d'aspect strontianifère.
8° Plaques d'une espèce d'albâtre fibreux.
9° Marne blanche gypsifère.
10° Argile grise et verte.
11° Calcaire d'eau douce avec Lophiodon.
12° Grès de l'argile plastique.

Une coupe prise un peu au-delà, sur le chemin de Fontaine-Rieuse, lui avait montré une exploitation importante dans le calcaire d'eau douce supérieur; partout, il avait constaté la constance du banc de chaux carbonatée fibreuse, qui peut servir de point de repère aux environs,

Venant ensuite à comparer la coupe de Provins avec celle de Valvin, il crut reconnaître dans la marne jaunâtre n° 5 de Valvin, les marnes à coquilles marines de Provins, et dans les plaques de calcaire dur de la couche inférieure, la chaux carbonatée fibreuse de Provins. Il fut ainsi conduit à assimiler le calcaire de Valvin, et en conséquence celui de Château-Landon, au calcaire de Provins. Cette fois encore il se laissait guider par des analogies superficielles, mais il était conséquent avec ses observations, et on peut dire que l'état de la science ne lui permettait guère de juger autrement.

C'est seulement en 1860 que M. Hébert a montré, par des preuves directes de superposition, que le travertin de Champigny et de Valvin correspond au gypse et par conséquent est plus récent que le calcaire à Lophiodon de Provins.

Toutes ces distinctions de calcaire d'eau douce sont des conquêtes relativement récentes de la géologie. Les études de Constant Prévost marquaient un progrès sur les faits connus alors. Malheureusement, il ne les publia pas. Il se contenta de laisser imprimer les conclusions suivantes :

1° Le plateau de Château-Landon fait suite au calcaire qui est inférieur aux grès de Fontainebleau.

2° Ceux-ci deviennent moins épais à mesure que l'on remonte dans la vallée du Loing et finissent par disparaître, tandis que les sables et grès inférieurs au calcaire, acquièrent une plus grande puissance.

Quant au calcaire de Château-Landon, il le considère comme formé par la réunion de deux assises de calcaire d'eau douce.

Élie de Beaumont protesta ; pour lui le calcaire de Château-Landon appartient en entier à une seule et même formation, la formation d'eau douce supérieure des environs de Paris, attendu qu'elle repose sur le prolongement des grès de la forêt de Fontainebleau.

Les faits sur lesquels se basait Élie de Beaumont n'ont pas été publiés, mais il y a, dans les notes de Constant Prévost des indications qui font comprendre comment une telle opinion devait venir facilement à l'esprit. Dans ses explorations les plus anciennes, Constant Prévost remarque la ressemblance du calcaire à tubulures avec le calcaire d'eau douce qui recouvre les sables à Fontainebleau. Plus loin, il dit que certains grès inférieurs au calcaire de Château-Landon, entre cette localité et Nemours, ressemblent tellement aux grès de Fontainebleau qu'on peut se demander s'ils ne sont pas éboulés du plateau voisin.

Néanmoins, il ne s'y était pas trompé. Il répondit à Élie de Beaumont que les sables et les grès que l'on voit de Provins à Moret ne sont pas le prolongement de ceux de Fontainebleau, mais qu'ils appartiennent soit aux sables de Beauchamp, soit à ceux de l'argile plastique.

Dans la séance suivante, celle du 19 janvier 1835, Constant Prévost revint sur la question pour présenter la coupe générale du sol de Provins à Orléans. Il voulait, disait-il, bien placer la question et en montrer la difficulté [1].

Pendant l'été, il alla étudier toute la plaine du Gatinais, entre la Forêt de Fontainebleau, la vallée du Loing, et celle d'Essone. Ses observations confirmèrent sa manière de voir [2] et il devint plus affirmatif pour rapporter à l'étage de l'argile plastique les sables inférieurs au calcaire, mais il confondit encore le calcaire marin trouvé par Héricard-Ferrand au-dessus du calcaire de Château-Landon, avec les marnes vertes de Valvin et avec le calcaire à coquilles marines de Provins. Il fit observer que, vers le sud, les sables de Fontainebleau et les marnes vertes venant à

(1) Bull. Soc. Géol. Fr., VI, p. 114.
(2) Bull. Soc. Géol. Fr., VI, p. 292.

manquer, les trois calcaires d'eau douce inférieur, moyen et supérieur peuvent être réunis et confondus en une seule formation. Il trouvait dans cette disposition une preuve en faveur de sa théorie de l'origine du bassin de Paris.

On peut ajouter que les notes recueillies pendant ce voyage renferment un grand nombre de croquis et quelques coupes intéressantes, entr'autres celles de la carrière de Grouettes, à Château-Landon.

1° Terre végétale 1 pied.
2° Calcaire marneux fragmentaire 2 pieds.
3° Banc tendre.
4° Calcaire fragmentaire marno-sableux avec nodules magnésifères comme à Saint-Ange et à Provins.
5° Petites plaques poreuses meuliériformes.
6° Calcaire exploité.
7° Argile plastique.

Fig. 24. — *Coupe de la Carrière des Grouettes à Château-Landon*

Constant Prévost alla visiter sur le haut du plateau, à l'O. de Château-Landon, la sablière de Buteaux. Il y vit du sable coquiller avec huîtres et autres fossiles marins, sous un calcaire marneux dur qu'il rapporta au calcaire de Beauce ; les habitants lui affirmèrent qu'en creusant un puits on avait rencontré sous le sable une roche dure comme celle de Château-Landon. Il apprit en même temps qu'on était occupé à creuser un autre puits à Bougligny et que l'on devait également traverser le sable.

La même année (1835), d'Archiac vint confirmer les faits signalés par Constant Prévost [1]. Il montra que le

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. VII, p. 30.

calcaire de Château-Landon est dans le prolongement de celui de Nemours, que l'un et l'autre sont situés entre les sables de l'argile plastique et les sables de Fontainebleau. Il découvrit à Bougligny, au-dessus du calcaire de Château-Landon, un lambeau de sable calcarifère avec *Natica crassatina et Ostrea cyathula.*

En 1837, une note importante du marquis de Roys appuya de nombreuses preuves stratigraphiques l'opinion de Constant Prévost (1). Néanmoins, Elie de Beaumont persévéra à soutenir qu'il n'existe à Château-Landon qu'un seul calcaire, et que ce calcaire est le calcaire d'eau douce supérieur (2).

Quelques mois après, Constant Prévost visita pour la quatrième fois Château-Landon en compagnie du marquis de Roys. Ce fut ce dernier qui exposa le résultat des observations communes (3). Constant Prévost se borna à résumer son opinion en dessinant une coupe des terrains entre la Brie et la Beauce (4). Ce fut une nouvelle occasion d'exposer sa théorie sur l'entrecroisement des couches marines et des couches d'eau douce.

Dufrenoy put alors lui reprocher avec toute raison de donner une coupe purement théorique. Mais il n'aurait pas dû oublier que Constant Prévost avait précédemment exposé à la Société Géologique les coupes positives, prises sur place. Son tort était de ne pas les avoir publiées.

Néanmoins, cette coupe théorique de Constant Prévost est loin d'être sans valeur pour la science, on y voit apparaître pour la première fois la division du calcaire de Beauce en deux assises distinctes.

---

(1) Bull. Soc. Géol. VIII. p. 160.
(2) Bull. Soc. Géol. p. 170.
(3) Bull. Soc. Géol. p. 264.
(4) Bull. Soc. Géol. p. 166. pl. VIII f. 2.

Quelques temps après, le marquis de Roys développa la coupe donnée par son ami [1], puis, ce fut le tour de M. Raulin [2] qui insista sur le fait, déjà signalé par Héricard-Ferrand, que, dans tout le plateau de Château-Landon, il y a, au-dessus du calcaire d'eau douce, des débris de calcaire marin représentant les marnes à huîtres du bassin de Paris. Il considérait le calcaire de Château-Landon comme formé par la réunion de deux assises d'eau douce séparées par des marnes qui représentent les marnes vertes.

Dans la même séance, Constant Prévost annonça qu'il allait faire une nouvelle exploration des environs de Château-Landon. Il avait hâte de voir les résultats du puits de Bougligny.

Il retourna à la sablière de Buteau, dont il prit la coupe :

Fig. 25. — *Coupe de la Sablière de Buteau*

1 Terre végétale.	8 pieds.
2 Fragments de calcaire . .	
3 Petit lit de marne verdâtre	
4 Banc de calcaire supérieur, sans fossiles	
5 Petit lit de sable verdâtre.	
6 Sable.	4 pieds.
7 Nodules de calcaire fossilifère, Cérites, Cardium, Huîtres, Vénus, Natices .	
8 Sable avec huîtres . . .	
9 Marne blanche d'apparence d'eau douce	4 pouces
10 Sable blanc fin sans coquilles.	3 pieds

Puis il alla à Bougligny, dont le puits terminé avait traversé les couches suivantes :

(1) Bull. Soc. Géol. IX, p. 28.
(2) Bull. Soc. Géol. IX, p. 283.

Calcaire d'eau douce	12	pieds.
Sable jaune	9	»
Grès blanc	3	»
Sable blanc	30	»
Calcaire sablonneux et blanc, cristallin	5	»
Calcaire siliceux avec Lymnées, Planorbes et tubulures Calcaire noir fétide Calcaire siliceux	50	»
Silex roulés et grès coloré	5	»
Silex meuliériforme dans du calcaire marneux	3	»
Craie	6	»
	123	pieds.

Constant Prévost put annoncer à la Société Géologique ce fait qui lui donnait complètement raison en montrant le calcaire de Château-Landon sous le sable de Fontainebleau (1).

Enfin, en 1841, les progrès de l'exploitation firent voir, dans une carrière de Château-Landon, la superposition sur le calcaire exploité du calcaire à fossiles marins, que tous les géologues reconnaissaient comme appartenant à la base des sables de Fontainebleau (2).

Ainsi se terminait cette longue discussion qui n'aurait pas passionné autant les géologues parisiens, si deux chefs d'école n'eussent été en présence. Cette circonstance, en multipliant les observations, apporta de nombreux documents pour la connaissance géologique de la partie sud du bassin de Paris; elle fit cesser l'incertitude qui régnait depuis 1810 sur l'âge approximatif du calcaire de Château-Landon.

Toutefois, l'âge absolu de ce calcaire était encore incertain. On a vu que Constant Prévost, de Roys, M. Raulin le divisaient en deux assises dont l'inférieure correspondrait au calcaire de Champigny et de Valvin et la supérieure au calcaire de Brie.

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. IX, p. 327.
(2) Bull. Soc. Géol. Fr. XII, p. 364.

La carte géologique détaillée le rapporta tout entier au calcaire de Brie, M. Douvillé a exposé les raisons de cette détermination.

Près de Fontainebleau, on voit, sur les bords de la Seine, un calcaire bréchiforme très analogue à celui de Champigny; il est surmonté par les marnes vertes, puis par des marnes blanches qui représentent le calcaire de Brie; elles contiennent un banc de calcaire bleu avec fossiles, remarquable par son odeur fétide. A mesure que l'on se dirige vers le sud par la vallée du Loing, les marnes vertes diminuent, le calcaire inférieur devient moins cohérent, et les marnes supérieures prennent les caractères d'un calcaire dur compact. Les marnes vertes disparaissent au sud de Fontainebleau et les calcaires inférieurs près de Nemours. Les calcaires supérieurs seuls persistent et sont superposés aux sables de l'argile plastique.

9° *Théories sur la Formation du Bassin de Paris*

Un savant aussi généralisateur que l'était Constant Prévost, ne pouvait se livrer à toutes ces études de détail sur les couches tertiaires du bassin de Paris, sans chercher à expliquer comment elles s'étaient formées. La principale difficulté à son époque venait de ce que l'on trouvait dans les mêmes lieux des assises remplies de coquilles marines, qui s'étaient certainement déposées dans la mer, alternant avec d'autres, caractérisées par la présence de coquilles d'eau douce et qui avaient dû se former dans des lacs.

Cuvier et Brongniart avaient été conduits à admettre que la mer et les eaux douces s'étaient succédées plusieurs fois dans l'emplacement du bassin de Paris.

Après la précipitation de la craie, la mer se serait retirée une première fois, et les cavités du sol crétacé se seraient remplies d'argile, de sable et de végétaux terrestres

amenés dans un lac par des fleuves. Bientôt la mer serait revenue avec d'autres habitants, dont les dépouilles ont formé le calcaire grossier. Une nouvelle retraite de l'Océan permettait à des eaux lacustres de déposer le gypse ; puis la mer revenait de nouveau pour présider à la formation des marnes à huîtres et des sables marins supérieurs. Enfin, le bassin se transformait encore une fois en un lac où prenaient naissance les calcaires d'eau douce et les meulières supérieures.

Cuvier ajoutait : « Ce sont ces alternatives qui me paraissent maintenant le problème le plus important à résoudre, ou plutôt à bien définir, à bien circonscrire, car pour le résoudre en entier, il faudrait découvrir la cause de ces évènements, entreprise d'une tout autre difficulté (1). »

Cette idée d'émersions et de submersions alternatives, qui paraît actuellement si logique et si naturelle, était accueillie avec une certaine défiance par les géologues. On a vu que quelques-uns s'étaient demandés si des animaux d'eau douce n'avaient pas pu habiter dans le même milieu que les mollusques marins. On avait organisé des expériences pour s'en assurer.

Beudant, qui croyait avoir rencontré, à Beauchamp, avec Gillet de Laumont, un mélange de fossiles d'eau douce et de fossiles marins, avait tenté, sans succès, de faire vivre des Lymnées et des Planorbes dans de l'eau, dont il augmentait graduellement la salure.

Constant Prévost fit remarquer que, quand même ces expériences eussent réussi, elles n'auraient pas levé les difficultés, car, si les animaux d'eau douce ont vécu avec les animaux marins, « pourquoi, dit-il, les trouve-t-on isolés dans des couches distinctes. » Il ajoute que l'on a quelquefois reconnu dans une même couche un mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce, mais

(1) *Discours sur les révolutions du globe.*

alors l'examen des circonstances semble démontrer que ces exceptions confirment la règle. Le mélange a lieu dans des couches d'une épaisseur peu considérable ; il n'est jamais en parties égales ; les bancs qui le présentent sont des grès ou des marnes, c'est-à-dire des terrains meubles et de transport, dont le caractère minéralogique n'est ni franchement marin, ni franchement d'eau douce. En outre le mélange a lieu au point de contact de deux terrains différents (1).

Tout en faisant ces remarques, favorables à la théorie de Cuvier et de Brongniart, Constant Prévost n'était pas convaincu. Il venait de découvrir lui-même à Bagneux, dans un même banc, des Lymnées, des Planorbes et des Paludines, mélangés avec des Cérites, des Bucardes et d'autres coquilles marines.

En outre, ses premiers travaux sur les fossiles marins de la Hutte-aux-Gardes avaient eu pour effet de compliquer le problème en montrant que les alternances des couches marines et des couches lacustres étaient plus nombreuses encore que Brongniart ne l'avait supposé.

C'est pour éclaircir ses doutes qu'il entreprit son étude sur les sables de Beauchamp (2). Il reconnut promptement que dans ce cas les coquilles d'eau douce et les coquilles marines sont dans les couches différentes. Mais, sur le chemin de Pontoise à Cergy, il vit dans le calcaire grossier un lit continu formé de morceaux de calcaire blanc, qui non seulement avait l'apparence minéralogique du calcaire d'eau douce, mais encore renfermait des Lymnées, des

---

(1) *Sur un nouvel exemple de la réunion de coquilles marines et de coquilles fluviatiles fossiles dans les mêmes couches.* Journal de Physique, 1811.

(2) *Observations sur les grès coquillers de Beauchamp et sur les mélanges de coquilles marines et fluviatiles dans les mêmes couches.* Journal de physique, 1822.

Bulimes, etc. « Le fait le plus remarquable, ajoute-t-il, et qui me paraît n'avoir pas été indiqué, c'est qu'on trouve mêlés dans les mêmes blocs des Lymnées et des Cyclostomes avec des Milliolites et quelques empreintes d'Ampullaires et de *Cerithium lapidum*. Toutefois le mélange n'est pas intime ; les Milliolites semblent former des veines qui se ramifient dans la pâte du calcaire d'eau-douce. » Près de Triel, il trouva les mêmes calcaires, mais sans Lymnées.

Constant Prévost termine son mémoire, par quelques pages où il cherche à expliquer les mélanges de coquilles marines et de coquilles d'eau douce. Il rappelle sa découverte de fossiles marins dans le gypse de la Hutte-aux-Gardes ; celle qu'il vient de faire, d'une couche d'eau douce dans les sables de Beauchamp. « Il y a donc, dit-il, plusieurs alternatives de couches marines et de dépôts d'eau douce, avant de passer de la formation de calcaire grossier à celle du gypse proprement dit. »

Les couches marines se composent de sable, d'argile, de marnes, qui annoncent un transport, tandis que les couches d'eau douce, plus homogènes et plus cristallines, indiquent une précipitation lente faite dans un milieu tranquille.

Cependant, il lui répugnait d'admettre ces nombreux changements alternatifs d'eaux douces et d'eaux marines dans le bassin de Paris. Voici l'hypothèse qui lui fut suggérée par la structure du calcaire de Cergy.

La mer se serait retirée du bassin de Paris après avoir déposé le calcaire grossier, non seulement au centre du bassin, mais sur ses bords élevés, occupés aujourd'hui par la plaine de Champagne. Un grand lac ayant succédé à la mer dans le centre du bassin, il s'y produisait des sédiments d'eau douce ; des cours d'eau qui lavaient la craie pyriteuse de la Champagne y arrivaient chargés de sulfate de chaux et laissaient déposer le gypse par lits plus ou moins cristallins.

A certaines époques, il se produisait des crues en Champagne ; les couches marines, qui s'y étaient formées à l'époque du dépôt du calcaire grossier, étaient disloquées, entraînées avec leurs fossiles et apportées dans le lac, où leurs débris se trouvaient empâtés dans les sédiments d'eau douce.

On reconnait dans cette conception l'influence de l'observation faite à Cergy. Constant Prévost ne désespérait pas de trouver un jour dans les marnes du gypse quelque fossile de la craie ou même de terrain plus ancien.

Il paraissait même disposé à donner plus d'étendue à son hypothèse ; il se demandait si les fossiles contenus dans les sables supérieurs ne sont pas ceux du calcaire grossier des bords du bassin, amenés par une grande débacle.

On voit poindre dans la théorie précédente plusieurs idées que Constant Prévost continua à caresser toute sa vie ; la constance de l'état, soit marin, soit lacustre, d'un bassin malgré la nature des dépôts, l'entraînement des fossiles anciens par les courants, l'existence de lacs étagés qui se déversent les uns dans les autres.

Mais il était loin de tenir encore à ces théories : Il disait, avant de présenter son hypothèse : « Tous ces faits laissent un champ libre aux conjectures et, s'ils ne sont pas assez nombreux pour permettre d'établir encore des théories sûres, je pense qu'il ne peut être dangereux de hasarder quelques suppositons à leur sujet ; elles serviront au moins à grouper provisoirement les observations, à faire voir les lacunes et à tracer la route pour de nouvelles recherches. C'est ainsi que je considère l'explication hypothétique que je vais essayer de donner et contre laquelle je serai le premier à chercher des objections pour lui en substituer d'autres, jusqu'à ce qu'enfin la vérité se découvre ».

Il terminait par cette autre phrase également caractéristique de son esprit inventif et éclectique : « Je crains de

ne m'être que trop avancé sur le sol, peu sûr des hypothèses ; je veux seulement faire voir en terminant qu'il n'est pas sans utilité d'en faire quelquefois, puisqu'elles préparent à de nouvelles recherches. En effet, si celle que j'ai émise est fondée, si les grès marins du sommet de Montmartre peuvent être considérés comme des sédiments remaniés et déplacés de l'ancienne mer qui avait formé le calcaire grossier, ils devront renfermer les mêmes espèces de coquilles que ce dernier. C'est pour éclaircir ce point important que j'ai entrepris un travail spécial qui exigera du temps et qui a pour but la comparaison exacte des fossiles des deux formations. Je suis forcé, pour résoudre le problème, de recueillir moi-même ces fossiles, parce que, dans toutes les collections, ils ont été confondus sous la dénomination générale de coquilles des environs de Paris ».

On verra plus loin comment Constant Prévost avait appliqué la paléontologie à la reconnaissance des couches tertiaires les plus récentes. Il avait déjà signalé les différences entre la faune marine supérieure au gypse et la faune marine inférieure, et l'on pourrait s'étonner de ses hésitations sur le même point, si on ne savait que M. de Tristan venait de découvrir les gîtes fossilifères d'Etampes. Constant Prévost jugeait probablement utile de faire leur étude avant de se prononcer.

La même année 1821, il lisait à la Société Philomatique une note [1] qui apportait un nouvel argument en faveur de sa théorie.

Il cite la découverte qu'il a faite dans un bassin d'eaux thermales sulfureuses, à Baden (Autriche), de deux espèces de mollusques : une Néritine et une Ménalopside. Il rap-

(1) Bull. Soc. Philomatique, 1821 p. 136 et 137; Mém. de la Soc. d'Histoire Naturelle I p. 254, (1823).

pelle que cette association d'une Néritine et d'une Ménalopside se rencontre dans les couches pyriteuses des lignites à Dieppe, à Soissons, à Epernay, et dans l'île de Wight. Ces mêmes couches pyriteuses contiennent à la partie supérieure un mélange de coquilles marines et d'eau douce. Constant Prévost en conclut que le mélange a eu lieu par le transport violent et accidentel des productions marines dans des eaux où vivaient tranquillement des mollusques lacustres.

Sous quelle influence Constant Prévost modifia-t-il ses idées? Rien ne permet de le reconnaître. Le fait est qu'en 1827 il lut à l'Académie des Sciences un long mémoire qui avait déjà été résumé dans le Bulletin de la Société philomatique pour 1825, et qui parut in extenso dans le tome IV des Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris. Le titre porte : *Essai sur la formation des terrains tertiaires des environs de Paris.*

Il pose comme principe la doctrine des causes actuelles, et il cherche à en faire une application à la formation des terrains de Paris.

En l'absence de documents sur le fond de la mer, sur les rapports qui existent nécessairement entre la disposition, la nature, la manière d'être des divers dépôts qui s'y produisent d'une part, la forme générale des bassins, le contour des côtes, la composition des falaises, les diverses profondeurs et le mouvement des eaux d'autre part, il cherche à y suppléer par quelques conjectures rationnelles.

Il dirige donc ses investigations sur la partie du canal de la Manche comprise entre le Pas-de-Calais et la presqu'île du Cotentin.

Entre Douvres et Calais, le fond de la mer est à vingt brasses environ ; vers la mer du Nord, la profondeur augmente par une pente douce ; il en est de même vers le S.-O. où la profondeur atteint trente-six brasses, entre Étaples

et Hastings ; puis le fond se relève de manière à ne plus avoir que vingt-cinq brasses au maximum entre Dieppe et Brighton ; au delà la pente augmente graduellement.

Il y a donc deux digues sous marines entre la mer du Nord et la mer de la Manche, l'une vis à vis de Calais et l'autre vis à vis de Dieppe.

Un abaissement du niveau de la mer atteignant vingt brasses séparerait la mer du Nord de la mer de la Manche, en réunissant la France à l'Angleterre entre Calais et Douvres, formant ainsi deux golfes séparés par un isthme. Si la mer baissait de cinq brasses en plus, une seconde communication s'établirait de Dieppe à Brighton et l'espace entre les deux isthmes deviendrait un lac. « Cet aperçu, dit-il, suffit pour montrer comment les circonstances peuvent varier en un même lieu, par suite d'un évènement simple en lui-même. »

Passant à l'examen des phénomènes qui se produiraient dans le bassin actuel de la Manche, Constant Prévost signale les éboulements des falaises de la côte anglaise, le délayement et l'usure de leurs débris, la sédimentation des matières mêmes qui en proviennent, l'enfouissement des dépouilles des animaux marins modernes, auxquels se trouvent peut-être mélangés quelques fossiles de la craie provenant des falaises. D'autre part, sur la côte française, la Seine apporte du limon, du sable, des bois, des cadavres flottants, des mollusques terrestres ou d'eau douce.

Ainsi, simultanéité de dépôts, les uns purement marins sur la côte anglaise, les autres fluviatiles sur la côte française. Au centre du bassin, les deux dépôts doivent se mêler, s'enlacer et alterner.

Supposons maintenant un abaissement de la mer qui atteigne vingt-cinq brasses et qui par conséquent transforme en lac l'intervalle compris entre les deux digues.

Sur ces digues basses et étroites, s'élèveraient de longues dunes de sable ; plus tard le vent ou des lames impétueuses pourraient pousser ce sable des dunes ou des portions de la digue elle-même dans le lac, qui se trouverait progressivement comblé de sables marins.

La Somme et d'autres petites rivières continuant à y apporter des limons argileux, il s'y formerait un sol marécageux où les plantes se développeraient. Pendant ce temps des phénomènes de sédimentation marine auront lieu dans les deux golfes voisins et leurs dépôts seront contemporains de ceux qui sont formés au même niveau dans les eaux lacustres.

C'est sur ces suppositions, logiques peut-être, mais qui ne sont fondées sur aucune observation directe, que Constant Prévost base une explication de la formation des terrains des environs de Paris.

La craie blanche est à ses yeux un dépôt pélagique, formé loin des rivages, dans une mer tranquille et profonde. La blancheur, l'homogénéité, la ténuité des grains lui en fournit une première preuve. Il voit encore des caractères pélagiques dans la rareté des gastéropodes, dans l'abondance des Inocérames, qui n'existent pas sur nos rivages, dans la présence des Térébratules, des Oursins, animaux à coquilles légères et flottantes après la mort de l'animal, des Belemnites, céphalopodes nageurs, qui s'aventurent dans la haute mer.

Pendant que de la craie blanche pélagienne se déposait à Paris, il devait se former sur les bords du bassin des couches de craie littorale, telles que la craie tuffeau et la craie chloritée. « Je puis paraître commettre une erreur, dit-il, et ne pas connaître les rapports d'âge que l'on a attribué aux trois variétés de craie ; je sais bien que l'on regarde la craie blanche comme supérieure aux deux autres et par conséquent comme formée après elles ; mais

des observations m'ont presque démontré qu'il fallait distinguer la glauconie inférieure à la craie blanche, de la glauconie littorale qui lui est contemporaine. » Quelles sont ces observations? On n'en trouve aucune trace dans ses notes. En tous cas, il serait facile d'en citer. La craie glauconieuse du pays de Herve présente tous les caractères minéralogiques de la glauconie inférieure à la craie blanche et cependant elle est de l'âge de la craie blanche, car elle en renferme les fossiles.

Les premiers dépôts que l'on rencontre dans les anfractuosités de la craie, sont des silex brisés, de l'argile plus ou moins pure, du sable et du grès, tous matériaux variables à peu de distance, mélangés de portions d'arbres, de coquilles et d'ossements d'animaux qui vivaient soit dans les fleuves, soit à leur embouchure ; le changement dans les dépôts annonce un changement dans les causes. On peut supposer que la mer s'est retirée tout à fait pour être remplacée par des eaux douces ou simplement que son niveau s'est abaissé et que les formations ont cessé d'être pélagiennes ; les fleuves, qui avaient primitivement une autre direction, sont venus déboucher dans le golfe et lui apporter le tribut des continents. Constant Prévost accepte la seconde hypothèse parce que ce dépôt de transport est recouvert par plus de 600 pieds de sédiments marins ultérieurs, parce que les couches de même âge déposées à l'extrémité anglaise du bassin contiennent des fossiles marins. Donc, pendant qu'il se produisait sur la côte anglaise des dépôts purement marins, sur la côte française de grands fleuves débouchaient dans la mer et leurs eaux chargées de sédiments et de débris organiques terrestres s'étendaient sur un large espace sans se mélanger aux eaux salées.

On admet actuellement qu'il y a eu émersion générale ou presque générale du bassin de Paris entre le dépôt de la craie et celui des terrains tertiaires. On se base sur le

ravinement de la surface crayeuse, sur le durcissement du banc supérieur de la craie, sur les fragments de craie dure et de silex brisés qui se rencontrent à la base de l'argile plastique. Constant Prévost a vu tout ces faits, il les signale, mais il se borne à conclure qu'il y a eu un intervalle de temps entre la consolidation de la craie et le dépôt des couches tertiaires.

Par un abaissement toujours gradué des eaux, la baie largement ouverte vers la mer du Nord, se transformait en une lacune saumâtre qui ne communiquait plus avec la mer que par d'étroites ouvertures. C'est alors que se formèrent de nouveaux dépôts : argile, sable et calcaire grossier glauconieux, différents dans les divers points du bassin, suivant la nature des rives et de la direction des cours d'eau.

Une nouvelle période correspond aux trois formations contemporaines du calcaire grossier supérieur, du calcaire siliceux et du gypse. Constant Prévost trouve comme preuves de la simultanéité de ces dépôts les alternances de couches marines dans le gypse de la Hutte-aux-Gardes et de calcaire d'eau douce dans le calcaire grossier à Cergy, et à Vaugirard.

Le calcaire grossier s'accumulait au nord de l'estuaire, du côté où il communiquait avec la mer du Nord ; le gypse était apporté par un cours d'eau venant de l'est. Un autre fleuve, dont la source était plus éloignée vers le sud, traversait plusieurs lacs élevés de l'Auvergne, dans lesquels il déposait les sédiments grossiers et n'apportait dans le bassin de Paris que des particules d'une grande finesse, calcaires et siliceuses, presque toujours semblables et qui ont produit des couches puissantes et homogènes.

A ces divers dépôts succèdent un nombre infini de lits d'argile, de marne, de calcaire qui indiquent que les eaux ont été troublées et que de nouveaux matériaux ont été

mis à leur disposition. Plusieurs lits d'Huitres, quelquefois séparés, comme à Montmartre, par un lit calcaire rempli de Planorbes et de Lymnées, ainsi que des débris nombreux de poissons marins font présumer que tous ces matériaux, étrangers les uns aux autres, proviennent de dépôts plus anciens et ont été violemment entraînés dans le bassin en un laps de temps assez court. Ce moment de trouble aurait eu pour résultat le remaniement des débris déposés sur des rivages marins et leur mélange avec de la marne et des fossiles fluviatiles.

Par suite de l'abaissement successif des eaux, les hauts fonds de la Picardie et de l'Artois ont été mis à découvert; ils ont constitué un isthme couvert de dunes entre le lac de la Seine et la mer de l'Allemagne.

Un jour, une irruption de cette mer, dont le niveau était plus élevé que celui du lac, y a entraîné le sable des dunes, qui a donné naissance au sable et grès marins supérieurs. Le lac fut comblé et transformé en un marécage où se déposèrent les meulières et le calcaire d'eau douce supérieur; enfin les eaux diluviennes, descendant des montagnes du S-E., vinrent raviver les plaines marécageuses et façonnèrent le sol actuel.

Pendant toute sa vie, malgré les progrès de la science, Constant Prévost maintint sa théorie. C'était le sujet de la plupart de ses observations à la Société Géologique; qu'il fut question du gypse, des meulières, du calcaire d'eau douce, du calcaire grossier, de l'argile plastique, toujours arrivait la théorie des affluents, des enchevêtrements de couches.

La discussion sur les Lignites du Soissonnais l'amena à exposer nombre de fois son hypothèse (1). Il pensait que ces dépôts charbonneux avaient été formés par des fleuves

(1) Bull. Soc. Géol. de Fr. 1e Série, VIII, p. 76-77 (1836); XI, p. 88 (1837); 2e Série, II, p. 448; VII, p. 342 (1850).

qui débouchaient dans l'estuaire parisien en même temps que la mer déposait à peu de distance le calcaire grossier, et que d'autres eaux venant du continent y apportaient le calcaire siliceux. Les diverses roches s'enchevêtraient et s'avançaient plus ou moins loin dans une direction, suivant qu'une de ces causes prédominait sur les autres. Il était ainsi conduit à rejeter toute idée de changement successif dans la nature des eaux qui ont couvert le bassin de Paris.

A la séance du 18 juin 1838 (1), il présenta un tableau et un plan indiquant les rapports des diverses formations tertiaires. Ces tableaux théoriques étaient appuyés sur cinq coupes traversant le bassin dans plusieurs directions.

Peut-on comprendre qu'un homme de bon sens par excellence, un géologue qui avait déjà donné tant de preuves de son talent d'observation, en vienne à imaginer, au nom des causes actuelles, une théorie qu'il qualifie de roman historique, mais qui n'est réellement qu'un véritable conte de fées.

Il n'y a pas à chercher à excuser Constant Prévost. En faisant, sous prétexte de science, une œuvre de pure imagination, il a cédé aux habitudes de sa jeunesse, d'une époque où les géologues aimaient encore à construire des théories de toute pièce, sur quelques faits bien observés, mais trop peu nombreux pour pouvoir être reliés ensemble.

C'était l'héritage que leur avaient légué Buffon, de Luc, de Lamétherie et bien d'autres. En un mot, il était de son temps ; d'Omalius d'Halloy, son contemporain, n'était pas moins prodigue de théories, ni moins tenace à les défendre.

Les erreurs de Constant Prévost et de d'Omalius ont été utiles à la Science ; elles étaient si graves que leurs successeurs ont compris le danger des généralisations préma-

(1) Bull. Soc. Géol. IX, p. 329 (1838).

turées. Ils se sont mis à l'étude détaillée des faits ; ils ont multiplié les observations et nous ont laissé un trésor de documents, dont nous pouvons maintenant tirer parti pour la synthèse.

Il y a lieu toutefois de se demander comment Constant Prévost a été conduit à concevoir la théorie qui vient d'être exposée. Il est évident qu'il lui manquait comme à tous ses contemporains, une notion qui imprègne nos raisonnements actuels, sans même que nous en ayons conscience ; c'est la notion de la durée condsidérable des temps géologiques.

L'idée qu'il se forme de l'histoire géologique du bassin de Paris est celle d'un drame en cinq tableaux, et en cela encore, il était d'accord avec ses contemporains ; Cuvier et Brongniart n'y voyaient guère autre chose.

CHAPITRE IV

THÉORIES SUR LA NON-SUBMERSION ITÉRATIVE DES CONTINENTS ET SUR LES AFFLUENTS.

ORIGINE DE LA HOUILLE.

L'*Essai sur la formation des terrains de Paris*, dont il vient d'être question, n'était que la quatrième partie et comme l'application d'un grand travail dont la deuxième et la troisième partie ne virent jamais le jour. Quant à la première partie, lue à l'Académie des Sciences dans les séances du 9 juin 1827, elle fut publiée en 1828, en même temps que la quatrième, dans le tome IV des Mémoires de la Société d'Histoire naturelle [1], puis réimprimée à nouveau, en volume à part [2], à une époque indéterminée, mais qui est postérieure à 1835. Cette réimpression porte des notes nombreuses, où se trouvent développées certaines idées qui auraient pris place dans la deuxième et la

(1) Mém. de la Société d'Histoire Naturelle de Paris, t. IV, p. 149, 346 (1828).

(2) *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires.*

troisième partie. Le mémoire est intitulé : *Les continents actuels ont-ils été à plusieurs reprises submergés par la mer !*

L'introduction est un plaidoyer en faveur de la théorie des causes actuelles ; il en a été question plus haut [1].

Dans la première partie, Constant Prévost examina les conséquences que l'on doit déduire de l'étude des fossiles. Il rappelle que la vue des coquilles fossiles dans le sol, à l'intérieur des terres, conduisit les géologues à reconnaître que la mer avait couvert les continents. Leur étude plus attentive révéla l'existence d'êtres tout-à-fait inconnus, ou, du moins, différents de ceux qui vivent de nos jours. On fut en outre conduit à reconnaître que certains de ces fossiles avaient vécu sur terre, que d'autres avaient habité la mer, et que quelques-uns avaient certainement vécu dans les eaux douces. Constant Prévost fit valoir l'importance d'une semblable observation pour l'histoire de la formation de la terre, et il en rapporta tout l'honneur à Brongniart, qui, le premier, insista sur la nécessité de distinguer les dépôts d'eau douce, dans son mémoire intitulé : *Sur les terrains qui paraissent avoir été formés sous l'eau douce* [2].

A ces deux classes distinctes de roches, celles qui contiennent des fossiles exclusivement marins, et celles qui ne renferment que des fossiles d'eau douce, Constant Prévost proposa d'adjoindre une troisième classe pour les roches qui offrent des mélanges de coquilles marines et de coquilles d'eau douce et dont les caractères minéralogiques ne sont ni ceux des sédiments lacustres, ni ceux des sédiments marins.

Il y rangeait non seulement toutes les accumulations produites par des débâcles passagères, telles que les

---

(1) Chap. II p. 41.

(2) Ann. Muséum. juillet, t. XV, p. 357, 1810.

brèches, mais toutes les alluvions et atterrissements déposés par les fleuves, soit sur leurs rives, soit à leur embouchure, soit enfin sur un fond plus ou moins éloigné de la mer, c'est-à-dire toutes les roches détritiques. Il ne laissait parmi les formations franchement marines, que les calcaires. S'il voulait dire que les sables et les argiles qui se déposent dans la mer proviennent originairement du lavage des continents, il a parfaitement raison ; mais il en est de même du calcaire. Le carbonate de chaux produit par la décomposition des roches feldspathiques basiques est porté à la mer à l'état de dissolution dans les eaux des fleuves comme l'argile et le sable y sont apportés en suspension. Il est vrai que le premier passe, avant sa sédimentation, par l'intermédiaire des corps organisés : mollusques, coraux, foraminifères qui l'absorbent, en construisent leurs coquilles et le fixent quelquefois bien loin de son point d'origine. Mais l'argile, le sable peuvent être entraînés par les courants, roulés par les vagues, et portés aussi très loin de l'embouchure qui les a versés dans la mer.

La distinction établie par Constant Prévost est fondée ; elle est utile, à la condition qu'on la limitera aux roches qui, par leurs fossiles, démontrent la proximité d'un grand affluent.

On objectait à Constant Prévost que les coquilles fluviatiles et lacustres de ces dépôts fluvio-marins étaient entières, malgré leur délicatesse et ne portaient aucune trace d'usure.

Il répondait : « Les coquilles marines déposées sur les rivages sont entières, bien qu'elles aient subi l'influence du roulis; les lymnées, que l'on rencontre avec des fossiles marins à Grignon, à Beauchamps, etc., ne sont pas brisées, bien qu'elles aient évidemment été transportées, puisqu'elles se trouvent avec des coquilles marines; les

ossements du gypse, les feuilles de plantes terrestres ont subi un transport et cependant sont bien conservées.

On lui avait objecté que si des couches qui renferment un mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce pouvaient s'être déposées dans une mer, on ne devait pas étendre la même conclusion, comme il l'avait fait, à des dépôts qui ne contiennent que des coquilles d'eau douce. Il répondit que d'abord ces couches d'eau douce intercalées dans des formations marines sont généralement de peu d'étendue, qu'en second lieu les eaux des grands fleuves parviennent au loin dans l'Océan sans se mélanger aux eaux marines. Les animaux marins fuient ces eaux pleines de troubles, de sorte que leurs dépouilles ne sont pas mêlées aux coquilles terrestres et fluviatiles qu'apporte la rivière.

Il exposait en second lieu le système de Cuvier et de Brongniart sur les irruptions multipliées de la mer dans le bassin de Paris. Avant de le combattre, il définit ce qu'il faut entendre par ces irruptions. Il ne s'agit pas d'un événement local par lequel des terres basses auraient été submergées, lors de la rupture des digues qui les séparaient du bassin des mers; il ne s'agit pas non plus d'une submersion passagère causée par le déversement d'un bassin supérieur dans un bassin inférieur. Les irruptions de la mer, dans le système de Cuvier et de Brongniart, consistent en ce que la mer, après avoir quitté un point qu'elle occupait depuis longtemps et s'être abaissée de plusieurs centaines de mètres, s'est élevée de nouveau, après un long intervalle sur le premier point abandonné, qui était devenu le séjour d'animaux terrestres. Elle y est restée assez longtemps pour que plusieurs générations d'êtres marins se soient propagées sur le sol envahi.

Constant Prévost examine ce qui doit arriver dans une pareille hypothèse.

Si la mer se retire, si l'endroit qu'elle occupait passe à l'état de continent, il s'y produira les phénomènes qui s'accomplissent actuellement sur les continents : érosion, ravinement par les eaux pluviales, production d'un sol végétal, développement de plantes et d'animaux, formation de terreau et de tourbières. Une nouvelle irruption de la mer ne pourra détruire tous ces vestiges du continent ; elle ravagera la surface des couches sous jacentes, mais elle n'effacera pas les traces des ravinements continentaux, elle ne balayera pas complètement l'ancien sol végétal, elle n'emportera pas d'une manière absolue le reste des forêts.

Or, dit Constant Prévost, quand une formation marine recouvre une formation d'eau douce, on voit toujours une ligne de séparation nette et bien tranchée. Les premiers lits qui renferment des coquilles marines reposent immédiatement sur des lits d'eau douce qui ne paraissent avoir été nullement dérangés. Même, dans beaucoup de cas, la nature minéralogique des premiers dépôts marins ne diffère pas de celle des dépôts d'eau douce qu'ils recouvrent. Par conséquent, quand des eaux salées succédèrent à des eaux douces, dans un bassin, le remplacement s'est opéré sans action violente.

Il a dû en être de même quand la dépression d'un lac a été rempli par la mer ; une portion des ancien rivages doit avoir été respectée. Cependant, bien qu'il ait examiné avec grand soin les localités où les formations marines supérieures au gypse recouvrent, sans l'interposition de celui-ci, les formations plus anciennes, telles que le calcaire grossier, il n'a trouvé aucune trace des rivages du prétendu lac gypseux ; nulle part, il n'a vu les traces d'un sol habitable et habité.

Il a porté ses recherches dans le Soissonnais, où les couches de calcaire grossier sont beaucoup plus élevées

que les derniers dépôts de plâtre. Le calcaire grossier à Laon atteint une hauteur de près de 300m, tandis que le gypse de Paris ne s'élève pas à plus de 100m au dessus du niveau de la mer. Donc, les rivages du lac gypseux sont entre Paris et Laon, ou si les rivages sont au-delà de Laon, on devrait admettre que le lac avait à Paris une profondeur de 300m. D'une manière comme de l'autre, on ne voit pas les rivages.

Ce n'est pas seulement entre les sables marins supérieurs et le calcaire grossier qu'il n'a pas rencontré les traces d'un sol végétal, c'est à la surface des diverses formations anciennes : craie, calcaire olithique et granit, que ces surfaces soient recouvertes par des formations plus récentes ou par des dépôts seulement diluviens.

Constant Prévost passe ensuite à l'examen des principaux arguments que l'on donnait en faveur de la submersion de surfaces primitivement continentales.

Le plus important était les tiges verticales du terrain houiller, qui prouveraient l'existence d'anciens sols continentaux, recouverts ensuite par des formations aqueuses.

Alexandre Brongniart avait signalé le premier dans la mine du Treuil (1), une véritable forêt de végétaux fossiles, ayant l'apparence de Bambous ou de grandes Presles comme pétrifiés en place ; ils étaient placés verticalement, dans un banc de grès de 3 ou 4 m. de puissance. Il en avait conclu que la houille s'était formée sur place par l'accumulation des débris des végétaux qui avaient poussé à l'endroit même où l'on trouve leurs débris.

Adolphe Brongniart généralisa l'hypothèse de son illustre père (2). Il admit que chaque couche de houille représente

(1) Ann. des Mines, VI p. 359, 1821.

(2) *Classification des végétaux fossiles* p. 87, Mémoire du Muséum VIII.

une forêt enfouie, détruite par une invasion d'eau lacustre ou marine. Ainsi, dans un pays où il y a une centaine de couches de houille, comme aux environs de Mons et de Liège, cent fois le sol aurait été émergé et peuplé d'arbres ; cent fois les eaux seraient venues le recouvrir, détruire ces forêts séculaires et ensevelir sous les sédiments les richesses d'un âge futur.

Constant Prévost n'était pas de cet avis. Il disait que dans les houillères, la position verticale des tiges est toujours exceptionnelle ; que la plupart sont couchées dans le sens des strates et fortement comprimées ; qu'à Saarbruck, les tiges verticales traversent plusieurs lits de composition différente.

A la mine du Treuil les tiges verticales sont, il est vrai, en grand nombre ; mais, si quelques-unes présentent à leur base des divisions qui semblent indiquer des traces de racine, presque toutes sont, au contraire, comme tronquées et rompues ; le pied des digitations radiciformes est à toute hauteur, ce qui indiquerait un sol extraordinairement tourmenté ; enfin il n'y a aucune trace de sol végétal ; le grès du dessous ressemble complètement à celui du dessus. Ainsi, rien ne prouve que les tiges soient en place.

Comment alors ont-elles conservé leur verticalité ? Constant Prévost ne se prononce pas en 1828. Mais, dans les notes ajoutées plus tard à son mémoire, il adopta l'idée émise par de Charpentier [1], à propos d'un arbre trouvé vertical dans le grès houiller à Waldenbourg, (Silésie). Charpentier croyait que l'arbre a pu être transporté avec les matériaux du grès ; sa position verticale serait due au poids de la souche qui lui a servi de lest. Il avait vu, lors de la débâcle du lac de Bagne, de très grand arbres qui avaient été entraînés par le torrent et déposés, les racines en bas, dans la plaine de Martigny.

(1) Bibl. Universelle, IX, p. 256.

Constant Prévost admettait donc que la houille est formée par des amas de bois flottés, charriés par les fleuves et transportés plus ou moins loin dans la mer par les courants. Il citait le grand remou connu sous le nom de mer de Varecs, entre l'Amérique et l'Europe, comme un lieu où devaient s'amasser les bois flottés, charriés par le Saint-Laurent et par le Mississipi, et entraînés ensuite par le courant marin du Gulf-Stream.

Il aimait beaucoup à traiter ce sujet dans ses cours. Il insistait sur la petite quantité de charbon que produit une forêt par rapport à l'espace qu'elle occupe. La plus belle futaie ne donnerait pas plus d'un centimètre de charbon. Pour produire une couche de houille de 30 mètres d'épaisseur analogue à celle du Creusot, il faudrait que les futaies s'y succédassent pendant un temps qu'il estimait au moins à 300,000 ans.

La théorie de Constant Prévost sur l'origine de la houille par transport a été reprise dernièrement avec autant de succès que de talent par M. Fayol. Elle pourrait peut-être s'appliquer aux bassins houillers du centre de la France en admettant que l'accumulation des végétaux a eu lieu dans les lacs continentaux. Mais pour le bassin franco-belge, pour les bassins anglais, pour ceux du Nord de l'Allemagne, pour ceux de l'Amérique, la théorie de la formation de la houille sur place paraît beaucoup plus probable. Il ne s'agit pas de futaies renversées comme le disait Constant Prévost, comme le croyait Brongniart, par une inondation d'un sol exondé. La houille a dû se former dans des forêts marécageuses, généralement couvertes d'eau, où les feuilles qui tombaient chaque année, les menues branches et même les vieux troncs venaient s'ajouter aux végétations aquatiques.

Les arbres verticaux sont loin d'être une rareté dans le terrain houiller. Si on ne les signale que rarement c'est

que l'attention des ingénieurs n'est pas appelée sur l'importance scientifique de constater les conditions où on les trouve. Il est très difficile, il est vrai, que l'on puisse les découvrir dans la couche même de houille parce qu'ils ont été complètement convertis en charbon, mais on les trouve soit au dessus, soit au dessous ; les uns ont le pied sur la houille même, les autres sont comme tronqués par la couche houillère ; on en voit qui occupent tout l'intervalle entre deux couches de houille. Leur position, toujours perpendiculaire aux sédiments, est une preuve qu'ils n'ont pas été transportés ; s'ils avaient fait partie d'un radeau ou même s'ils étaient venus, un à un, se déposer dans un remou, ils se seraient empilés les uns sur les autres et formeraient un treillis, où beaucoup auraient une position oblique.

Il est curieux de voir Constant Prévost être infidèle dans cette circonstance à la théorie des causes actuelles. Il avait sous les yeux la formation des matières charbonneuses dans les tourbières ; il lui préfère une hypothèse impossible à vérifier dans les conditions où il la présente, et cela uniquement pour échapper aux conséquences des nombreuses oscillations du sol, que Brongniart avait présentées comme nécessaires à sa théorie. Or, non seulement ces oscillations ne sont pas une conséquence de la formation de la houille sur place, elles sont même contraires à tous les faits observés. Le bassin houiller s'enfonçait d'une manière constante, bien qu'intermittente. Il se comblait au fur et à mesure par les apports des cours d'eau, ou par le ruissellement des terrains voisins. La tourbe houillère ne s'y développait que lorsqu'il y avait une faible profondeur d'eau. Sous l'influence d'une végétation exhubérante, les débris végétaux s'accumulaient les uns sur les autres jusqu'à ce qu'une venue d'eau plus importante apportant des troubles en plus grande masse vînt arrêter la végétation. Quelques arbres,

les derniers venus de la forêt houillère, ont néanmoins pu résister et se sont trouvés peu à peu ensevelis sous les sédiments.

A l'occasion des tiges debout dans le terrain houiller, Constant Prévost discute un fait qui avait été signalé à Portland, par T. Webster, en 1816. Entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, Webster avait trouvé des couches d'eau douce, et au milieu de ce calcaire d'eau douce, un lit de lignites terreux qu'il nomma *Dirt-bed ;* il y vit une quantité assez considérable de troncs de Cycadées et de Conifères silicifiés, ayant encore leurs racines, et qu'il jugea en place. C'était à ses yeux, le reste d'un ancien sol végétal tourbeux. Tous les géologues qui, depuis lors, ont visité Portland ont adopté cette opinion. Constant Prévost avait aussi visité Portland ; mais les faits qu'il y observa étaient peu nets, ou il les vit mal, car il jugea que la couche argileuse avait été formée par sédimentation, que c'était peut-être de la terre végétale, mais de la terre végétale transportée dans un bassin ; quant aux arbres, ils auraient été aussi transportés. A plusieurs reprises [1], il donna la même explication.

Les forêts sous-marines que l'on trouve sur les côtes de la France et de l'Angleterre n'indiquent pas non plus, selon Constant Prévost, une irruption de la mer, dans le sens propre du mot, car elles peuvent s'être développées dans des terrains bas qui auraient été ensevelis par la rupture de digues naturelles ; mais elles démontrent que la mer, en venant recouvrir un sol terrestre, n'aurait pas fait disparaître complètement les forêts, les prairies et la terre végétale.

Constant Prévost passe à l'examen des roches perforées par les pholades beaucoup au-dessus du niveau de la mer ou recouvertes par des dépôts marins plus récents. Il

(1) Bull. Soc. Géol. I, p. 68 (1830) ; X, p. 428 (1839).

rappelle les observations de Brocchi, Breisslack, Boves et autres. Lui-même a vu, près de Vienne, que les bancs verticaux de calcaire secondaire sont corrodés par les vagues et perforés par les pholades à un niveau supérieur à celui des derniers dépôts tertiaires. Mais ce fait prouve seulement que la mer a occupé un niveau plus élevé que celui qu'elle a aujourd'hui. Il n'indique pas, selon lui que ces rochers aient été exposés à l'air avant l'arrivée de la mer tertiaire.

A Valmondois, près de Paris, Deshayes avait trouvé, à la base des sables de Beauchamp, des galets de calcaire d'eau douce perforés par des Pholades. Plusieurs géologues en avaient conclu que c'était une preuve de l'irruption de la mer sur un sol formé par un calcaire d'eau douce. Constant Prévost constata le fait et l'expliqua en disant que c'étaient des galets de calcaire d'eau douce venant peut-être de l'Auvergne et apportés par les fleuves dans la mer de Paris.

Il rappelle qu'il a observé dans le Kimmeridge clay de la falaise du cap la Hève un petit lit de galets de calcaire marneux bleuâtre, percés en tous les sens par des Pholades. Il ne croit pas que ces galets soient à la place où ils ont été roulés et perforés. Ces deux opérations, dit-il, auraient eu lieu sur un rivage, d'où une cause violente aura enlevé les galets pour les étendre sur un fond de mer. Car le nombre de couches de la formation, qui recouvre ce banc de galets, annonce qu'il y eut en ce point des eaux de plusieurs centaines de mètres de profondeur, circonstance qui ne paraît pas convenir à l'habitation des Pholades. On voit qu'il ne se rendait nullement compte de l'affaissement progressif des bassins de sédimentation.

Constant Prévost parle ensuite des perforations observées sur des colonnes du temple de Sérapis, près de Pouzzoles; mais il s'y arrête peu, parce que la nature volcanique

du sol permet de croire à des affaissements et à des soulèvements, qu'on ne peut invoquer pour expliquer la formation des terrains parisiens.

Constant Prévost s'occupa plusieurs fois des rochers perforés par les mollusques lithophages, principalement pour empêcher qu'on ne confondît avec eux les perforations dues aux mollusques terrestres.

Il avait observé, en 1831, au mont Pellegrino, près de Palerme, à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer, des calcaires compacts avec des cavités contenant l'*Hélix aspersa*. Ces cavités étaient cylindriques, quelquefois ramifiées et, au fond de chaque ramification, il y avait une Hélix. La paroi extrême présentait même une petite cavité qui paraissait correspondre à l'ombilic (1).

En communiquant cette observation à la Société Géologique de France, Constant Prévost rappela que lors de la réunion extraordinaire à Boulogne-sur-Mer, Buckland avait trouvé des cavités analogues dans le calcaire carbonifère de la Vallée Heureuse et n'avait pas hésité à les rapporter à des Hélix (2).

Le savant anglais continua ses recherches sur les calcaires perforés par des Hélix. Il fit connaître à l'Association Britannique, lors de la session de Plymouth et de Cambridge, les nombreux faits qu'il avait observés (1845). Il avait du reste été précédé dans cette voie par un de ses compatriotes, le Rev. John Hodgton qui, en 1827, avait attribué à l'*Hélix nemoralis* des trous percés dans le calcaire carbonifère de Welpington (3).

Constant Prévost revint plus tard sur le même fait devant l'Académie des Sciences à propos de grès perforés

---

(1) Bull. Soc. Géol. de France, 2e I p. 453.

(2) Bull. Soc. Géol. de France, X p. 435.

(3) Journal d'Édimbourg, I p. 193 et XL p. 396.

par des Oursins. Il trouve que les Hélix peuvent aussi bien que des Oursins se creuser des trous dans les rochers.

On donnait aussi comme preuves de l'émersion du sol pendant l'époque secondaire, des empreintes de pas que l'on venait de reconnaître sur le grès rouge du Comté de Dumfries en Écosse. On les considérait alors comme des pas de Tortues *(Chirotherium)*. Aujourd'hui, sans pouvoir déterminer exactement l'animal qui les a produites, on les rapporte à des reptiles batraciens, de l'ordre des Stégocéphales, que l'on confondait encore récemment sous l'appellation de Labyrintodontes. Constant Prévost en donna une explication singulière, où il fut peut-être poussé par d'autres découvertes faites en Amérique. On annonçait (1) avoir trouvé près de Saint-Louis à la surface d'une roche calcaire encrinitique très dure deux empreintes de pied humain.

Le fait était rapporté par des auteurs graves qui le discutaient. Schoolcraft et d'autres pensaient que ces empreintes étaient naturelles et qu'elles avaient été faites pendant que la roche était encore molle. Le colonel Benton donnait, au contraire, plusieurs raisons très sensées pour prouver qu'elles étaient artificielles : 1° la dureté de la roche; 2° le défaut d'autres traces conduisant aux deux pieds ou en dérivant; 3° la difficulté de supposer un durcissement assez rapide pour que des empreintes, faites dans une masse molle, se conservassent aussi bien. Il supposait donc qu'elles avaient été fabriquées par les anciens Indiens qui avaient construit les levées de terre que l'on voit autour de Saint-Louis.

Bien d'autres causes pouvaient aussi faire douter de l'authenticité de l'empreinte, ou tout au moins de sa

---

(1) Journ. de Sillimann 1822, V. p. 223 avec figure. — Journ. de Physique, de Chimie, d'Hist. Nat. t. 95 p. 465.

perfection primitive. Elle avait été recueuillie par le chef de la secte religieuse des Harmonistes, qui la faisait passer pour l'empreinte des pieds de Jésus-Christ.

Avec une crédulité incompréhensible, mais dont on trouve d'autres exemples à cette époque, Constant Prévost entreprit d'expliquer le fait sans le vérifier. Il dit que ces empreintes, tant d'homme que de tortue, pourraient avoir été faites à une époque très récente et postérieurement au dernier abaissement des mers, car les sédiments ont dû, *quelle que soit leur ancienneté*, conserver un certain état de mollesse, tant qu'ils sont restés submergés.

La supposition que des roches sédimentaires peuvent conserver leur état de mollesse primitive depuis un âge géologique reculé, si elles restent submergées et non recouvertes, est encore une de ces idées qui ne pouvaient se soutenir qu'à une époque où l'on n'avait pas la conception de la longue durée des époques géologiques. Aujourd'hui, on est arrivé à reconnaître que la consolidation des roches s'est faite avec une rapidité très souvent inexplicable. Ainsi, dans le calcaire carbonifère du Nord de la France, on rencontre des couches de brèche et de poudingue dont les cailloux proviennent des bancs de marbre immédiatement sous-jacents. Les sédiments calcaires ont donc pu se marmoriser immédiatement après leur dépôt, car ces brèches et ces poudingues ne correspondent nullement à une différence d'assise ou à un changement de faune.

Les remarques de Constant Prévost pèchent encore sous un autre rapport : si les pas de Stégocephales n'indiquent pas une émersion absolue, ils sont au moins le signe qu'ils se sont faits sur un rivage, souvent même sur un rivage qui émergeait à marée basse ; car ils sont accompagnés d'empreintes de ripple-marks et de gouttes de pluie.

Constant Prévost a conservé toute sa vie les opinions théoriques qu'il publiait en 1825. Nous le voyons, en mainte

occasion, combattre l'idée que la mer a pu recouvrir des continents plus anciens, nous le voyons recourir au transport par les fleuves pour expliquer la présence de coquilles d'eau douce mélangées à des fossiles marins ; il applique la théorie des affluents à tous les bassins, où l'on voit des couches lacustres, alternant avec des couches marines. (1)

A propos de la houille du Nord de l'Angleterre qui alterne avec le calcaire carbonifère, il attribue cette disposition à ce que les matériaux de chaque couche ont été amenés dans la mer de points différents, et il rappelle sa théorie des affluents (2).

A l'occasion d'une discussion sur le mélange de fossiles tertiaires et secondaires, il insiste pour qu'on ne perde pas de vue la possibilité du mélange des fossiles des diverses époques par le charriage (3).

Il attribue aussi au charriage, par des fleuves, la présence des Éléphants dans les terrains d'alluvions de la Sibérie.

Enfin, il expliqua par des affluents, la structure géologique du bassin de la Garonne et en particulier l'amas de mammifères trouvé à Sansan (4).

En 1844, Constant Prévost était allé à Auch, par délégation ministérielle, pour visiter la belle collection des ossements de Sansan, réunie par Lartet. Dans son rapport, il fit part des sentiments qu'il a éprouvés en la voyant.

« Quelque prévenu que je fusse en arrivant à Auch, par les mémoires publiés par M. Lartet et par les précieux envois dont il a enrichi les collections du Muséum, j'ai

(1) C. R. Acad. Sc. : juin 1845 ; 20 avril 1846.

(2) Bull. Soc. Géol. XI, p. 180 et Bull. Soc. Géol., 2e VII, p. 359 (1850).

(3) Bull. Soc. Géol. I, p. 139.

(4) Bull. Soc. Géol. 2e s., III, p. 338 (1846) et IV, p. 936 (1847) C. R. Acad. Sc. : 31 juillet 1848.

éprouvé, en voyant la collection immense réunie par ce savant, aussi modeste que peu apprécié, un étonnement et même une émotion que je ne saurais exprimer. Je comprends à peine la réunion de savoir, de zèle, de tact, de dévouement désintéressé qui a été nécessaire pour vaincre les difficultés de recherches, d'extraction, de rétablissement de tant d'espèces en un si petit espace (1). »

Lartet avait loué le terrain où l'on trouvait toutes ces merveilles, mais le temps du bail allait expirer et quelques Anglais étaient venus offrir des sommes considérables au propriétaire. De retour à Paris, Constant Prévost usa de son influence au ministère pour obtenir que le gouvernement français fit l'acquisition de la colline entière ; puis il retourna à Sansan pour régler les conditions de la vente. Grâce à lui, le Muséum devint possesseur de cet ossuaire dont la richesse était incomparable.

Le point de départ des théories de Constant Prévost, exposées dans ce chapitre fut son opposition à l'idée des cataclysmes préconisée par Cuvier. Il fut conduit à nier les changements successifs et désordonnés de terre en mer, d'océan en continent, qu'avait imaginés l'illustre naturaliste. Le premier il eût une idée assez nette de la permanence des bassins de sédimentation. Il admettait, comme on le verra plus loin, que le fond des océans s'affaisse, que la mer, en supposant la masse d'eau constante, doit reculer à chaque affaissement et mettre à sec, une partie du continent. Mais dans cette circonstance encore, il lui manquait la conception de la durée des temps géologiques et de la lenteur des phénomènes qui ont présidé à la formation du sol. Cette pensée qui pouvait se déduire des livres de Hutton et de Playfair

(1) C. R. Ac. Sc. XX, Juin 1845.

n'était pas encore entrée dans la science française. Constant Prévost admettait des affaissements brusques, presque cataclystiques, analogues aux soulèvements des montagnes.

Il est singulier que ce soit précisément Elie de Beaumont, le protagoniste des soulèvements cataclystiques, qui donna la notion juste de l'affaissement graduel des bassins de sédimentation à mesure qu'ils se remplissent. Il est vrai qu'il se trompait sur la cause, en attribuant cet affaissement au poids des sédiments superposés, mais la raison immédiate des alternances d'eaux marines et lacustres était trouvée ; les traces de rivage, telles que galets, perforations, ripple-marks, gouttes de pluie, pas de reptiles, étaient expliquées. Tous les terrains secondaires et tertiaires du bassin de Paris s'étaient déposés à une faible profondeur et il suffisait d'une légère modification géographique pour transformer le golfe en une large baie émergeant partiellement à marée basse, en une lagune et même en un lac.

Un seul étage, la craie, paraissait avoir pris naissance loin des continents. On a vu que Constant Prévost lui attribuait une origine pélagique. Les travaux récents de M. Cayeux [1] viennent de démontrer qu'il faut en revenir beaucoup de ce jugement et que la craie a des caractères terrigènes très manifestes. Quant aux dépôts purement lacustres, Constant Prévost avait insisté avec raison sur leur faible importance dans le bassin de Paris. Le premier, il avait démontré que toute la partie inférieure du gypse a une origine marine, mais on ne comprend pas comment il a pu supposer que des calcaires qui ne contenaient que des Lymnées et des Planorbes, comme certains lits de Saint-Ouen, ont pu se déposer dans la mer sous la simple influence d'un courant fluviatile.

(1) Ann. Soc Géol. Nord. XIX p. 252.

CHAPITRE V

PRINCIPE DU SYNCHRONISME DES FORMATIONS OU DES FACIÈS.

NOMENCLATURE GÉOLOGIQUE.

Dans la séance du 18 décembre 1837, à la suite d'un exposé de la théorie des affluents, provoquée par une note de M. Prestwich sur des ossements fossiles trouvés au Mont Bernon, Constant Prévost énonça ce qu'il appelle le principe du Synchronisme des formations. A chaque époque doivent correspondre synchroniquement des dépôts pélagiens, littoraux, fluvio-marins, fluviatiles, terrestres.

Il est donc très naturel qu'un dépôt calcaire manque en certains points et soit remplacé par des dépôts argileux et sableux, qui prennent alors plus de puissance [1].

Ce principe est tellement évident, tellement logique que l'on se demande comment un savant a pu croire en l'énonçant, faire faire un progrès à la science. Cepen-

(1) Bull. Soc Géol. XII, p. 66, 1840.

dant il faut se reporter à l'époque, et se rendre compte de la manière dont raisonnaient alors beaucoup de géologues.

Il suffisait que deux roches fussent semblables pour qu'on les supposât de même âge; ainsi le calcaire à astéries de Bordeaux était rapproché du calcaire grossier de Paris; l'argile oligocène de Belgique, de l'argile de Londres. Bien d'autres assimilations analogues étaient faites, qui depuis ont été reconnues erronées.

L'étude des fossiles a rectifié beaucoup de déterminations superficielles et trop rapides, mais elle n'a pas fait disparaître l'utilité du principe énoncé par Constant Prévost.

Non seulement il disait qu'un terrain ne devait pas être dénommé par un caractère minéralogique, qu'on ne doit pas dire terrain du grès vert par exemple (1), parce qu'il est évident qu'à la même époque il se fait des dépôts d'origine et de nature très différente; mais encore il prétendait qu'il ne faut pas user d'une manière trop absolue du caractère paléontologique, parce que la nature des fossiles dépend du milieu où on les trouve. Là où se dépose du calcaire, vivent certaines espèces spéciales, tandis que d'autres se développent simultanément dans les endroits où se forment de l'argile et du sable (2). Des espèces analogues doivent se rencontrer dans des formations analogues, mais datant d'époques différentes (3).

On le voit, le principe du synchronisme des formations est l'énoncé théorique de ce que nous appelons la considération des faciès. Il suffit pour s'en assurer de lire la définition que M. Rennevier a donnée des faciès dans un article fort intéressant où il rapporte à Gressly cette conception géniale.

---

(1) Bull. Soc. Géoll. 2e I, p. 452.
(2) Bull. Soc. Géol. XII p. 66 (1840).
(3) Bull. Soc. Géol. 2e I p. 452.

« Les faciès sont donc, en définitive, les différentes sortes de formation, sédimentaires ou autres, qui peuvent s'être produites simultanément, à un moment quelconque des temps géologiques, comme cela se passe encore au temps actuel. On dit les divers faciès d'un terrain, comme on dirait les diverses formations des temps modernes (1). »

Les mérites de Gressly et de Constant Prévost ne sont nullement diminués parce qu'ils se sont rencontrés dans la même idée, en étudiant l'un la Suisse, l'autre le bassin de Paris. La conception de Constant Prévost était peut-être plus théorique, plus à priori, tandis que celle de Gressly ne paraissait que la conclusion de ses études de détail.

Il ne faudrait pas croire cependant que Constant Prévost avait négligé de citer les applications de son principe. Il donnait comme exemple de formation de même nature, et contenant des fossiles analogues, mais se rencontrant à des niveaux successifs différents : les lignites inférieurs au calcaire grossier, les lignites intercalés dans le calcaire grossier comme à Bagneux et à Vaugirard et les lignites de l'île de Wight. Ces divers dépôts d'argile à lignites étaient selon lui des branches différentes et successives d'une grande formation fluviatile, qui a commencé avec le dépôt du calcaire grossier et s'est continué jusque dans les derniers temps du remplissage du bassin (2).

Il cite comme formations contemporaines différentes par leur mode d'origine et leurs fossiles, le calcaire grossier, le calcaire siliceux, le gypse. En cela il se trompait; mais il était dans le vrai, quand, envisageant les côtés particuliers de la question, il admettait la contemporanéité du calcaire de Provins avec le calcaire grossier, des calcaires de Champigny et de Valvin avec le gypse.

---

(1) *Rennevier, Les faciès géologiques.* Arch. des Sc. phys. et Naturelles, XII oct. 1884.

(2) Bull. Soc. Géol. VIII, p. 76.

Dans une autre circonstance, il dit que le Wealdien d'Angleterre est une formation d'eau douce locale, qui se déposait à l'embouchure d'un grand cours d'eau, tandis que se formait ailleurs un dépôt marin, qui est le Néocomien.

Les résistances que la notion de faciès a rencontrées, il y a quelques années encore, de la part de géologues placés à la tête de la science, nous rend parfaitement compte pourquoi Constant Prévost attachait tant d'importance à son principe du synchronisme des formations, pourquoi il reprenait la même théorie à chaque occasion. Ce n'était que la continuation de la lutte des causes actuelles contre les opinions dominantes.

La nécessité d'exprimer clairement ses idées sur ce sujet, l'amena à proposer une modification au langage géologique courant. Bien des géologues, surtout à l'étranger, se servaient du mot formation pour désigner un groupe stratigraphique d'un âge déterminé, l'ensemble des dépôts qui s'étaient effectués pendant une période géologique. Ainsi, d'Archiac disait la formation crétacée, et les géologues allemands appelaient Kreide formation, ce que nous désignons habituellement sous le nom de terrain crétacé.

Le 3 juin 1839, Constant Prévost exposa à la Société Géologique, (1) les principes de nomenclature qu'il avait adoptés pour ses cours et qu'il avait déjà publiés dans l'article *Terrain* du Dictionnaire d'Histoire Naturelle ; il définit les mots : sol, roche, formation, terrain.

Le sol comprend toute la partie *solide* extérieure, (2) du sphéroïde terrestre ; en deça est la masse planétaire ; au

(1) Bull. Soc. Géol. X p. 340. 1839.

(2) Constant Prévost dit extérieure parce que dans son opinion la masse planétaire centrale peut-être solidifiée depuis longtemps tandis que les couches immédiatement inférieures au sol seraient encore pateuses ou fluides (Bull. Soc. Géol. 2e V p. 447. 1848).

delà l'atmosphère. La première pellicule consolidée par le refroidissement est le sol primitif. Toutes les matières qui sont venues se déposer sur le sol primitif constituent le sol de remblai. Le sol sous primitif est formé par la consolidation successive de la matière fluide qui s'est faite sous le sol primitif, en accroissant son épaisseur.

Les *roches* sont les matériaux du sol, considérés quant à leur nature et à leur composition minéralogique : l'argile, le calcaire, le granit, etc.

Sous le nom de *dépôts*, il désigne la disposition des roches en masses, en amas, en strates, en filons, en coulées, etc.

Le mot de *formation* est réservé pour désigner l'origine des roches, quel que soit leur âge. Il les divise en formations ignées ou Plutoniennes et formations aqueuses ou Neptuniennes.

Il divisait les formations Plutoniennes en formations d'intrusion, d'épanchement, d'éruption, de sublimation.

Les formations Neptuniennes étaient marines, fluvio-marines, fluviales, lacustres, palustres, travertines, terrestres.

Il désignait sous le nom de formations Neptuno-plutoniennes celles dont les matériaux, déposés par les eaux, ont été modifiés sur place par l'action plus ou moins immédiate de la cause ignée. C'est ce que nous appelons les roches métamorphiques.

Les formations Pluto-neptuniennes comprennent les roches, dont les matériaux produits par la voie ignée, ont été déposés sous les eaux et stratifiés, comme les tufs et les conglomérats volcaniques.

Quant au mot *Terrain*, il doit, comme le voulait l'école de Werner, avoir une signification chronologique, il désigne les dépôts qui se sont faits pendant les grandes époques successives des temps géologiques.

Constant Prévost divise chronologiquement le sol en terrains *primaires, secondaires* et *tertiaires*.

Ces considérations furent reprises, étendues et expliquées dans plusieurs autres communications à la Société Géologique de France (1), à l'Institut (2) et dans des articles de Revues et de Dictionnaires (3).

On a vu qu'il n'admettait pas entre les divers terrains des limites nettes et bien tranchées. Il ne pensait pas non plus que les mêmes divisions chronologiques puissent être applicables à tous les pays. « Ces divisions, dit-il, sont des points pris par les géologues dans une série continue de produits, comme ceux que les historiens prennent pour diviser l'histoire des hommes; mais de même que certains faits et certains événements peuvent, dans l'histoire d'un peuple ou d'une contrée telle que l'Europe, servir à séparer l'antiquité, le moyen âge et les temps modernes, sans que les mêmes coupes naturelles puissent s'appliquer à l'histoire de l'Asie ou de l'Amérique, de même les divisions créées par les géologues européens ne pourront sans doute s'appliquer à toute la surface de la terre que par des interprétations dangereuses pour la vérité (4). »

Les difficultés que rencontrent les géologues américains pour adapter à leur pays les divisions géologiques européennes montrent combien Constant Prévost voyait juste en cette circonstance.

---

(1) Bull. Soc. Geol. France, 2e s. II, p. 366.

(2) C. R. Acad. Sc. 4 avril 1845.

(3) Dictionnaire Universel d'Histoire Naturelle, mots: *Synchronisme*; *Formations, Terrains, Géologie, Roches, Sol, Terre, Terrains*.

(4) Bull. Soc. Géol. Fr. 2e IV, p. 539.

CHAPITRE VI

ÉPOQUE QUATERNAIRE

Bien que la part de Constant Prévost dans les discussions au sujet de la période quaternaire n'ait pas été considérable, il est néanmoins intéressant de connaître, sur ces questions difficiles, l'opinion du fondateur de la doctrine des causes actuelles.

D'abord, il n'admettait pas le terme de quaternaire. D'après lui, la terre était encore dans la période géologique tertiaire, et il y avait moins de différence entre les phénomènes géologiques actuels et ceux de la période tertiaire, qu'entre ceux-ci et ceux de la période secondaire. Pour lui, la période actuelle se reliait à la période tertiaire par une transition insensible.

Il désignait en général, sous le nom de terrain de transport, les dépôts caillouteux que nous rangeons actuellement dans le terrain quaternaire, et qu'il avait été un des premiers à reconnaître en Normandie et en Picardie.

Il était naturel qu'il repoussât le mot de diluvium. Il n'en voulait pas au nom de la science, « parce qu'on a établi sciemment et nécessairement une confusion entre le diluvium des géologues et le déluge mosaïque, dont la la géologie ne peut ni prouver, ni nier l'existence. »

Dans les premiers temps de son enseignement, il consacrait plusieurs cours à combattre les hypothèses de Buckland et celles de Cuvier sur l'identification du déluge mosaïque avec les phénomènes qui auraient produit le diluvium.

Il repoussait l'hypothèse que le terrain de transport fût dû à une inondation qui se serait successivement propagée des parties basses vers les hauteurs. Il démontrait que les cailloux, que l'on trouve sur les parties élevées, n'avaient pu y être portés par une irruption de la mer. Si la mer était sortie de son lit pour recouvrir les continents, elle eût rencontré un sol végétal, des forêts, dont on retrouverait encore les traces sous les dépôts diluviens. Si les eaux diluviennes s'étaient élevées des parties basses vers les montagnes, elles y auraient porté les débris fins et légers. En montant, on trouverait une série décroissante dans la pesanteur des matériaux. Or, c'est exactement le contraire. Les galets et les blocs sont d'autant plus gros qu'ils sont plus près des montagnes. Le gravier diluvien est en rapport avec les roches qui dominent la plaine qu'il recouvre ; il semble avoir été répandu des hauteurs actuelles sur les parties basses.

« Les phénomènes diluviens, écrivait-il en 1826, indiquent un écoulement des eaux, une retraite et non une ascension. Les faits semblent prouver une direction des sommets vers les plaines en irradiant dans toutes les directions. Ils attestent une action rapide, violente, une débâcle. »

Si Constant Prévost combattait les hypothèses régnantes,

il ne se faisait pas lui-même une idée bien nette de l'origine de son terrain de transport.

Il admettait, alors que les matériaux du diluvium avaient fait précédemment partie d'une alluvion, c'est-à-dire d'une accumulation régulière de matériaux fluviatiles.

« Depuis qu'il y a eu des fleuves, écrit-il, dans ses anciennes notes de cours, il a dû exister des dépôts de gravier le long de leur cours, depuis les moraines des glaciers, jusqu'à l'embouchure. Le fond des lacs, celui du lit des fleuves, en sont couverts. »

« S'il y a des cailloux roulés, des sables, des graviers dans le lit élevé des rivières, on conçoit la possibilité des dépôts diluviens, non seulement sur les parties basses, mais aussi sur des plateaux plus élevés. Il suffit d'une débâcle produite par l'écoulement d'eaux pluviales, ou la rupture d'un lac, pour que les cailloux, sables et graviers, aient été entraînés des régions supérieures dans les régions inférieures. »

Par ces explications, Constant Prévost semblait accepter la différence faite entre les termes *alluvium* et *diluvium* proposée par Buckland (1).

Plus tard, il soutint que cette différence entre l'alluvium et le diluvium n'est fondée que sur une hypothèse et qu'il est impossible de donner des caractères qui puissent les différencier.

Il devait y avoir, selon lui, des terrains de transport de tous les âges, puisque ces terrains avaient dû se former partout où il y avait un sol continental.

Il est certain que c'est une question que se posent encore beaucoup de géologues. Pourquoi ne retrouvons-nous pas sur les vieux continents, sur les terres émergées depuis longtemps, tels que l'Ardenne, les graviers des

(1) Ann. of. physic. avril 1825.

anciens fleuves et les restes des animaux terrestres qui vivaient alors? Si l'on peut citer quelques dépôts faits sous l'influence fluviatile, ce sont bien moins des traces d'un lit de rivière que des sédiments déposés dans un lac ou dans un delta.

Constant Prévost croyait qu'une partie des cailloux, de l'argile et du limon du terrain de transport s'étaient faits au fond de la mer et avaient été laissés à la surface des continents lors de la dernière émersion. Il confondait les dépôts fluviatiles des grands fleuves quaternaires, dont il avait cependant reconnu la stratification entrecroisée, avec les amas de cailloux que l'on trouve souvent sur les plateaux et qui sont aussi variables d'origine que d'âge. Une idée si archaïque prouve combien il avait peu étudié ces dépôts.

Il s'était beaucoup plus occupé des brèches osseuses que l'on trouve dans les cavernes et dans les fentes des rochers. Il avait fait plusieurs travaux sur ce sujet en collaboration avec son beau-frère Desnoyers.

En toute circonstance [1], il soutint que les animaux dont on rencontre les débris dans les cavernes, n'y avaient jamais habité, que leurs restes y avaient été entraînés par des cours d'eau. Il se basait sur la forme irrégulière du fond des cavités, sur la manière dont les dépôts ossifères les remplissent jusqu'au faîte, sur la disposition des stalagmites qui les recouvrent. Il trouvait encore une preuve dans la réunion d'animaux du Nord (Renne, Lagomys, Spermophile), avec d'autres qu'il croyait essentiellement méridionaux ou au moins de climats tempérés (Eléphant, Rhynocéros, Hyène).

Nul doute que son influence n'ait été prépondérante dans les conclusions que son ami et collaborateur Desnoyers

(1) Bull. Soc. Géol. de Fr. 1e III, p. 222, 228, 268; XIII, p. 311, 296.

donna à l'article : *Caverne* dans le Dictionnaire Universel d'Histoire Naturelle [1], ce travail plein d'érudition, où sont réunis tous les faits que l'on connaissait alors sur les grottes.

Constant Prévost ne partageait pas complètement l'opinion de Desnoyers sur les ossements humains et sur les objets de l'industrie humaine, trouvés dans les cavernes. Comme lui, il croyait que beaucoup proviennent d'inhumations postérieures au remplissage, mais il faisait des exceptions. Il était convaincu de l'existence de l'homme à l'époque quaternaire.

On lit dans ses programmes de cours en 1833, 1836, 1840 : « Des faits bien constatés, des observations rigoureuses, rapportées par des observateurs exacts, démontrent, qu'il y a en Saxe à Koestritz, en Autriche près de Vienne, sur les bords du Rhin, aux environs de Liège, dans le midi de la France (Aude, Gard, etc.) des débris de l'homme avec des espèces animales perdues : Rhinocéros, Ours, Hyènes Aurochs, Cerfs. » Et plus loin : « Géologiquement, l'homme n'appartient pas à une autre époque que l'Éléphant fossile, l'Hippopotame, le Rhinocéros, l'Hyène, l'Ours des cavernes. Le petit nombre de têtes recueillies en Moravie, à Liège, etc., ont un front déprimé comme les Caraïbes, les Hottentots, les Nègres. Elles sont accompagnées d'ustensiles de sauvage, haches et couteaux en silex et os taillés, aiguilles, amulettes, etc... Faut-il en conclure que les premiers hommes étaient voisins des négres ? Non, car si l'homme peut se modifier par perfection, il peut aussi se modifier par dégradation. Aucun être n'est plus influencé que l'homme par les circonstances extérieures. » A ce sujet, Constant Prévost développait les circonstances qui font varier les races d'animaux domestiques et il montrait qu'il devait en être de même pour les races humaines.

(1) T. VI, p. 343, 1845.

Il conclut en ces termes : « Le premier homme pouvait donc ne pas être ni un Cafre, ni un Australien, pas plus qu'il n'était ni un Newton, ni un Voltaire. »

Dans les dernières années de sa vie, bien avant les visites de M. Prestwich et de M. Gaudry dans la Somme, il parlait des découvertes de Boucher-de-Perthes et de Buteux comme de quelque chose de très sérieux. Il paraissait convaincu qu'ils avaient raison.

Bien plus, il eût applaudi aux conclusions de l'abbé Bourgeois, de M. de Mortillet et autres qui veulent faire remonter l'apparition de l'homme jusqu'à l'époque tertiaire.

Dans ce même programme de cours de 1840, on lit : « De ce que, jusqu'à ce jour, les ossements humains n'ont été trouvés que dans des dépôts récents, faut-il en conclure rigoureusement que l'homme n'existait pas lors de la formation des terrains tertiaires, qu'il est le dernier être créé. Il y en a une forte présomption, mais pas une démonstration. »

« Les mêmes animaux qui accompagnent l'homme, se trouvent dans les terrains tertiaires marins de Malte et de Sicile. S'il était nécessaire de dire que l'homme et les êtres qui habitent aujourd'hui la terre avec lui, appartiennent à une nouvelle création, qui aurait succédé à une ancienne création détruite par une révolution subite, il faudrait remonter jusqu'à la craie et on trouverait alors d'autres difficultés. »

La question des glaciers est l'une de celle que Constant Prévost affectionnait de donner comme preuve de sa manière de comprendre la Doctrine des causes actuelles. Il trouvait dans les glaciers des phénomènes qui ont de nos jours une activité moindre que celle qu'ils possédaient autrefois, des phénomènes qui n'ont pas toujours existé sur la terre. C'est un exemple des idées évolutionnistes

qu'il professait, en opposition aux opinions uniformitaristes de Lyell.

En 1850, dans une communication à l'Académie des Sciences, il rappelle les principales hypothèses qui avaient déjà été faites pour expliquer la période glaciaire. Le passage de la terre dans un point de l'espace moins échauffé par le rayonnement des autres astres, la diminution momentanée de la chaleur solaire, produite par l'extension des taches, puis il expose sa manière de voir.

Il admet que jusqu'à une certaine époque, la température propre du globe, jointe à l'action solaire, n'a pas permis à l'eau de rester glacée sur aucun point de la surface. A une époque subséquente, déterminée par le refroidissement de la masse planétaire, les glaciers sont devenus possibles.

Le phénomène glaciaire est donc une cause nouvelle qui n'existait pas aux époques antérieures et qui s'est développée par suite de l'évolution normale de la terre. Il y a des glaciers partout où la quantité d'évaporation et l'altitude des montagnes donne lieu à une chute de neige plus abondante que celle qui peut être fondue par la chaleur climatérique. Ce résidu annuel est plus considérable dans les contrées humides que dans les contrées sèches, de sorte que l'on peut concevoir l'apparition et la disparition alternative des glaciers sur une portion du globe, suivant qu'elle sera successivement submergée et émergée.

Prenant un exemple, il suppose un affaissement considérable de l'Europe, de manière à transformer le continent en un grand nombre d'îles et de presqu'îles, correspondant aux massifs montagneux. Il se fera une évaporation bien supérieure à celle qui a lieu aujourd'hui ; il tombera plus de neige en hiver et il en fondra moins en été, d'autant moins que cette disposition des eaux rendra la tempé-

rature estivale de l'Europe moins extrême. Les glaciers des Alpes et des Pyrénées redeviendront alors graduellement ce qu'ils ont été. Il s'en formerait dans les Vosges, le Jura, l'Auvergne, les Cévennes, la Bretagne, peut-être. Ces glaciers continueraient à se développer jusqu'à ce que toutes les parties du sol, dont il vient de supposer l'immersion, aient été peu à peu émergées [1].

Plus tard, sans abandonner l'hypothèse précédente, il disait que l'on pouvait faire une autre supposition. On pouvait admettre que l'orographie de l'Europe restant la même, les déserts de l'Afrique fussent couverts par les eaux, dès lors, il n'y aurait plus de siroco, ce vent chaud qui contribue tant à la fonte des neiges des Alpes. Il n'admettait pas une période de grand froid général ; il disait qu'une température moyenne, inférieure de 4° à la température actuelle, pourrait faire renaître les glaciers dans les vallées des Vosges et faire descendre ceux des Alpes, jusque dans la plaine de Genève. Il suffisait pour cela d'avoir des étés moins chauds et des hivers plus humides.

Ainsi Constant Prévost attribuait le développement des glaciers à la fois au refroidissement séculaire du globe et aussi à une distribution géographique, qui n'existe plus aujourd'hui, c'est-à-dire à une réunion de causes générales et locales.

C'était aussi l'opinion de Lyell ; cependant l'illustre géologue anglais, très sceptique au sujet de la chaleur centrale, ne faisait pas intervenir le refroidissement séculaire du globe, comme une explication de l'époque glaciaire.

Il paraît réellement probable que les effets du refroidissement du noyau terrestre ont dû se produire pendant

(1) C. R. A. S. t. XXXI, p. 690 et XXXII, p. 247.

une période continue et d'une durée immense. On ne comprendrait pas que la température, après s'être maintenue à peu près égale et uniforme pendant tous les temps géologiques, se serait tout d'un coup abaissée d'une manière suffisante, pour produire l'époque glaciaire, on ne comprendrait pas non plus son relèvement postérieur.

Lyell est très disposé à faire intervenir d'autres causes et en particulier les causes astronomiques : la précession des équinoxes, les variations dans l'obliquité de l'écliptique et dans l'excentricité de l'orbite de la terre. Ces phénomènes peuvent sans doute amener alternativement, pour un hémisphère et pour l'autre, ou même pour toute la terre, le refroidissement réclamé pour l'époque glaciaire. Mais ils sont périodiques, et les mêmes conditions ont dû se répéter bien des fois dans l'immensité des temps géologiques. Pourquoi alors les phénomèmes glaciaires et diluviens ne sont-ils pas périodiques ?

Plusieurs géologues pensent, il est vrai, qu'il y a eu des glaciers à toutes les époques géologiques, depuis le silurien jusqu'à nos jours ; Lyell, conséquent avec lui-même, était disposé à l'admettre. Mais, c'est une hypothèse qui n'est établie sur aucun fait positif.

Ces anciens glaciers, s'ils ont existé, doivent avoir laissé leurs traces. Or, c'est tout au plus si on trouve quelques preuves sérieuses de phénomènes glaciaires dans les conglomérats de la fin de l'époque primaire en Inde et en Afrique. En supposant même que tous les doutes soient levés à cet égard, l'existence de deux grandes périodes glaciaires ne constituerait pas une périodicité en rapport avec la périodicité des phénomènes astronomiques.

Quant aux causes géographiques invoquées par Constant Prévost, par Lyell et par d'autres géologues, elles n'ont pas

la généralité nécessaire pour expliquer l'ensemble de l'époque quaternaire.

On est trop porté à isoler le phénomène glaciaire et à l'envisager indépendamment de ce qui l'entoure. Il est certainement le fait important, le fait le plus étonnant peut-être de l'époque quaternaire, mais il n'est pas le seul.

Le creusement principal des vallées date aussi de la même période géologique. Dès qu'il s'est formé des continents, dès que les eaux de pluie ont ruisselé à leur surface, il a dû se creuser des torrents et des rivières. Mais les traces de ces anciennes vallées sont si faibles que nous ne pouvons pas les suivre et qu'elles passent souvent inaperçues. On peut bien admettre que nos vallées actuelles sont très anciennes, que quelques-unes datent des époques tertiaires, peut-être même de l'époque crétacée. Néanmoins, il faut reconnaître que c'est à l'époque quaternaire qu'elles ont reçu le profond coup de burin qui les a faites ce qu'elles sont. C'est à l'époque quaternaire que se sont déposés les immenses amas de cailloux roulés, de sable, de limon qui existent sur toutes les parties de la terre. Les phénomènes qui font de l'époque quaternaire une époque spéciale en géologie ont donc une universalité qui exclut toute explication purement géographique. C'est ce qu'avaient compris Constant Prévost et Lyell qui, l'un et l'autre, à côté des causes géographiques, invoquaient des causes plus générales.

Il est encore impossible d'expliquer d'une manière satisfaisante les divers phénomènes géologiques de la période quaternaire. Qu'il s'agisse du développement des glaciers, du creusement des vallées, de la grande extension des fleuves qui ont déposé le diluvium, ou de la formation des limons, l'époque que nous nommons quaternaire, ou mieux pléistocène, l'époque où la population animale des mers était devenue identique à la faune présente, l'époque

où les continents commençaient à être habités par leurs hôtes actuels et où disparaissaient les derniers représentants des faunes éteintes, l'époque enfin, où l'homme manifeste pour la première fois sa présence par les produits de son intelligence et de son industrie, cette époque est jusqu'à présent un problème non résolu de la science géologique.

Il s'est produit alors des phénomènes qui ont pu avoir leurs analogues dans les temps géologiques antérieurs, qui se sont manifestés dans les temps historiques et qui se manifestent encore sous nos yeux, mais qui avaient à l'époque quaternaire une intensité incomparablement supérieure à leur intensité actuelle. Nous devons attendre les progrès de la science, pour en donner une explication naturelle et universellement adoptée.

Il y a déjà quelques faits qui semblent acquis; la longue durée de l'époque pleistocène, la généralité des phénomènes glaciaires dans les deux continents et dans les deux hémisphères, la multiplicité des périodes successives froides et chaudes, la nécessité de faire intervenir un mouvement d'eau considérable à l'état de vapeur, de pluie, de neige, de glace, de fleuve ; mais malgré le grand nombre d'observateurs éminents qui se sont occupés du terrain pleistocène, il reste encore à analyser et à vérifier bien des faits de détail.

La faune à *Elephas antiquus* est-elle plus ancienne que la faune à *Elephas primigenius* ou en est-elle contemporaine ? Le limon est-il d'origine éolienne ou a-t-il été stratifié sous les eaux ? Y a-t-il une seule époque glaciaire ? Y en a-t-il deux ? Y en a-t-il trois ou davantage ? La température était-elle très froide ou très humide ?

Ce ne sont pas seulement les géologues qui doivent coopérer à la solution du problème. Il serait important de connaître les limites que peuvent atteindre les variations

météorologiques sur les continents actuels. Or, c'est à peine si, en météréologie, l'on possède un demi-siècle d'observation.

Nous avons bien des indices que, depuis le commencement des temps historiques, il y a eu des modifications de climat, dont la raison nous est également inconnue.

Nous avons mêmes des preuves que depuis l'ère chrétienne, les rivières du nord de la France ont acquis une intensité qu'elles n'ont plus actuellement et nous pouvons attribuer, partiellement au moins, ces différences de régime des cours d'eau à un changement dans les conditions météréologiques.

C'est peut-être dans l'atmosphère et hors de l'atmosphère qu'il faut chercher la cause principale des phénomènes quaternaires.

Depuis que l'analyse spectrale nous a montré les astres composés des mêmes éléments que la terre, depuis qu'il nous a fait connaître la présence de l'hydrogène dans les comètes, nous pouvons supposer des modifications éventuelles de l'atmosphère terrestre par sa jonction avec les météores gazeux. La confluence d'une de ces nébulosités avec l'enveloppe gazeuse de notre planète ne serait pas plus extraordinaire que la chute des aérolithes, dont l'origine sidérale est aujourd'hui hors de doute.

Une telle solution serait peut-être repoussée par Constant Prévost au nom de la théorie des causes actuelles. On pourrait lui répondre par ses propres paroles.

« Nous pouvons, disait-il, supposer dans l'avenir une époque où la croûte terrestre aura acquis une épaisseur assez grande pour que les phénomènes volcaniques n'y soient plus possibles. Ce ne serait pas une raison pour qu'un géologue de cette époque future niât l'origine éruptive des laves et en revienne aux hypothèses de Werner. »

On doit faire les théories avec les faits, rien qu'avec les faits, mais on ne doit pas refuser de se servir des hypothèses logiques et naturelles pour combler *provisoirement* les vides que laisse une science toujours bornée, parce qu'elle est essentiellement progressive.

Ces hypothèses fantaisistes mais raisonnables, dont il n'est permis, ni de nier la possibilité, ni d'espérer la démonstration, sont utiles, nous a dit d'Omalius d'Halloy, parce qu'elles nous donnent un moyen d'échapper à la tyrannie de savants convaincus, qui veulent nous imposer leurs théories, malgré les objections qu'elles soulèvent, sous prétexte qu'il n'y en a pas d'autres acceptables.

CHAPITRE VII

THÉORIES PAÉONTOLOGIQUES

On attribue, en général, à l'ingénieur anglais William Smith la première application de la paléontologie à la géologie stratigraphique; Smith, comme Werner et d'autres encore, remarqua que les divers terrains d'un pays sont toujours superposés dans le même ordre. Il publia en 1790 un tableau de couches du comté de Bath, puis des cartes de divers comtés. Pour reconnaître les assises, pour déterminer leurs limites, il se servait des fossiles que l'on y rencontre; sa longue pratique lui avait appris que chaque couche importante est caractérisée par des formes qui lui sont propres et qu'on ne trouve pas ailleurs.

Il publia sa méthode en 1815 et 1816 dans deux ouvrages qui portent les titres bien significatifs de : *Système stratigraphique des fossiles, composé d'après la collection du British Muséum, accompagné de tables de la distribution des Échinodermes*, et : *Les couches identifiées par leurs fossiles.*

Pendant que Smith établissait la géologie stratigraphique des terrains secondaires d'Angleterre, Al. Brongniart étudiait les terrains tertiaires des environs de Paris. Grâce à l'éclat qu'avaient jeté les découvertes paléontologiques de Cuvier, son collaborateur, les travaux de Brongniart acquirent rapidement une autorité que n'avaient pas obtenue les observateurs qui l'avaient précédé : de Lamanon, Lavoisier, Coupé, bien qu'il ne fût peut-être pas toujours en progrès sur eux.

L'Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris, fut présenté à l'Académie des Sciences en 1808 et la première partie insérée dans le *Journal des Mines* de la même année. Le mémoire entier fut publié en 1811 avec quelques modifications.

Voici ce qu'en dit d'Archiac [1] : « Le travail complet de 1811, avec ses descriptions locales, une carte géologique et des coupes qui certainement lui donnent plus d'importance, quoique différant à plusieurs égards de l'*Essai* publié trois ans auparavant, n'est cependant pas plus exact, et les erreurs stratigraphiques du premier mémoire n'ont pas été corrigées dans le second, qui en outre en présente de nouvelles. »

Ce jugement est sévère, pour ne pas dire injuste. D'Archiac avait conservé de son ancien métier d'officier de cavalerie, l'habitude de sabrer quel que peu les travaux de ses devanciers. Il n'avait aucune indulgence pour leurs erreurs. Arrivé à une époque où la méthode scientifique était déjà bien établie, il n'eut qu'à l'appliquer à des questions qui ne présentaient plus de difficultés réelles. Il ne se rendait pas compte des incertitudes par où avaient dû passer ses maîtres, alors que les procédés d'investigation n'avaient pas encore fait leurs preuves et

(1) *Géologie et Paléontologie*, p. 183.

que tous les résultats obtenus excitaient la défiance par leur nouveauté même. Comme historien de la géologie, il aimait à opposer à un savant sérieux, qui étudie tous les côtés d'une question et se trompe parfois dans le jugement définitif, le nom d'un auteur ignoré, dont les observations isolées sont exactes, ou dont les assertions aventurées se trouvent vérifiées, bien qu'elles n'aient été fondées sur aucune preuve positive.

Le mémoire de Brongniart a pu ne pas constituer un progrès pour les diverses parties de la géologie des environs de Paris; mais en réunissant l'ensemble dans un ouvrage synthétique et dans une carte géologique, en donnant un grand nombre de descriptions locales et de coupes détaillées, il est devenu la base de tous les travaux qui se sont faits depuis lors, sur le bassin de Paris.

La paléontologie y joue un faible rôle. Néanmoins, Brongniart y dit que les fossiles de la craie ne se trouvent pas dans le calcaire grossier et réciproquement. Il reconnut que les différents bancs du calcaire grossier, tout en ayant quelques fossiles communs, sont cependant caractérisés par un certain nombre de formes qui leur sont propres et qui peuvent servir à les faire reconnaître à distance. Il arriva donc aux mêmes résultats que Smith. Il est vrai qu'il avait travaillé sur un territoire moins étendu, qu'il avait eu des prédécesseurs en stratigraphie et qu'il pouvait consulter facilement la plus belle collection paléontologique de l'époque, celle de Defrance.

Néanmoins, on doit réclamer pour lui l'honneur d'avoir, le premier, instruit le monde savant de l'application que l'on peut faire de la paléontologie à la géologie. En publiant ses premières cartes, Smith n'avait pas divulgué sa méthode et l'*Essai* de Brongniart est antérieur de sept ans au *Système stratigraphique* de Smith.

Brongniart ne se contentait pas d'exposer ses idées dans

ses livres; son enseignement au Muséum les répandait à de nombreux disciples ; son salon, ouvert à tous les savants, était un lieu où l'on venait discuter les nouvelles géologiques. Lui-même voyageait beaucoup, recueillant partout des observations et initiant les savants étrangers à sa méthode de travail.

L'opinion se formait peu à peu sur les services que la géologie pouvait retirer de l'étude des fossiles.

En 1820, Constant Prévost écrivait : « Il est admis par tous les géologues modernes que les corps organisés fossiles, dont on retrouve les débris dans les couches de la terre, différent d'autant plus des êtres actuellement existants, qu'ils sont enfouis dans des couches plus anciennes. » (1)

« Tous les géologues conviennent, ajoute Brongniart, que plus les terrains sont supérieurs ou nouveaux, plus les débris qu'ils renferment ont de ressemblance avec les êtres qui vivent actuellement à la surface de la terre. » (2)

Ces lois posées, il restait à les appliquer pour la solution de grands problèmes géologiques. C'est ce que fit Constant Prévost, l'élève et l'admirateur de Brongniart.

Il avait mis à profit son séjour en Autriche pour étudier les terrains des environs de Vienne et y recueillir de nombreux fossiles ; malheureusement, un incendie le priva de la plus grande partie de ses collections.

En comparant ce qui lui restait avec la collection de Defrance, il acquit bien vite la preuve que les fossiles de Vienne diffèrent beaucoup de ceux de Grignon. Il ne put reconnaître que deux espèces semblables. Au contraire, en étudiant dans les collections de Ménard de la Graye, les

---

(1) Journal de Physique, 1820, XCI et *Documents pour l'Histoire des terrains tertiaires*, p. 219.

(2) Rapport à l'Acad. des Sc. du 11 décembre 1820 ; *Documents*, p. 225.

fossiles des collines subapennines que Brocchi venait de décrire, il y trouva qurante-sept espèces communes avec celles d'Autriche. Il en vint donc à dire que les fossiles de Vienne ressemblaient plus à ceux des collines subapennines qu'à ceux de Grignon.

Dans ses comparaisons avec l'Italie, Constant Prévost s'appuyait sur le mémoire de Brocchi : *Conchiologie fossile sub-apennine*. Brocchi avait constaté que la chaîne des Apennins est essentiellement formée par un axe de calcaire secondaire et qu'elle est bordée de chaque côté par des collines argileuses et sableuses, riches en fossiles. Il avait étudié ces fossiles, en avait figuré un grand nombre et avait reconnu que la plupart diffèrent essentiellement des fossiles des environs de Paris, tandis que plusieurs ont leurs analogues vivant encore dans la Méditerranée.

Néanmoins, infidèle aux principes posés plus haut et qu'il avait lui-même contribué à établir, il supposa que les terrains tertiaires des collines subappennines étaient contemporains de ceux du bassin de Paris et il expliqua leur différence par des circonstances géographiques d'habitat.

Constant Prévost ne fut pas de son avis. Il admettait, bien que ce point de science fut encore fort obscur, que deux faunes, qui se seraient déposées en même temps dans des bassins géologiques éloignés, peuvent différer entre-elles. Néanmoins, il passa outre à ces considérations et basa son raisonnement sur le fait que les fossiles de Vienne et d'Italie s'éloignent moins que ceux de Grignon des animaux vivants dans nos mers. « Donc, dit-il, on doit considérer les terrains modernes (tertiaires) observés en Italie et en Autriche, comme le produit simultané du dernier séjour des eaux de la mer sur les continents européens ; tandis qu'il faut regarder la formation du calcaire grossier des environs de Paris comme apparte-

nant à une époque différente et à un âge de la terre beaucoup plus ancien. »

Ainsi il y avait lieu de diviser en deux l'époque tertiaire considérée jusqu'alors comme unique, les couches de Grignon appartenant à l'époque la plus ancienne, celles de Vienne et d'Italie, à la plus récente.

Constant Prévost s'est demandé s'il n'existait pas aux environs de Paris des couches que l'on pût rapporter à la seconde époque. Il remarqua que Cuvier et Brongniart ont signalé deux dépôts marins fossilifères, séparés par un dépôt d'eau douce, le gypse, qui contient une faune de mammifères différents des mammifères actuels non seulement comme espèces, mais comme genres.

« Combien de siècles n'a-t-il pas fallu pour le développement de cette faune, de ces races introduites dans la série graduée des corps organisés, pour sa multiplication, pour son extinction successive, car déjà plusieurs n'existaient plus lorsque la mer est venue une seconde fois submerger les mêmes contrées. »

« Les zoologistes, ajoute-t-il, ne seraient-ils pas auss étonnés que les géologues de voir que le temps n'aurait apporté aucune modification à la série des corps organisés. »

C'était une raison de penser, contrairement à l'opinion de Cuvier et de Brongniart, que les deux dépôts marins, l'un inférieur, l'autre supérieur au gypse, ne pouvaient pas contenir les mêmes fossiles.

Constant Prévost fait remarquer que les coquilles fossiles du dépôt marin supérieur sont en général en mauvais état de conservation. Cependant, si on examine les listes données par Cuvier et Brongniart, on trouve, avec quelques espèces semblables à celle du dépôt inférieur [1], beaucoup

(1) Ces espèces sont reconnues actuellement différentes.

d'autres qui sont spéciales. Ainsi les sables supérieurs ne contiennent ni les Milliolites, ni les Orbitolites, ni les Nummulites des calcaires inférieurs, ni le *Cerithium giganteum*, ni le *Voluta cythara*, etc. Par contre, on y voit apparaître les Spirorbes, *Cerithium plicatum*, et plusieurs espèces d'huîtres, dont la plus remarquable, *Ostrea hippopus* (actuellement *Ostrea longirostris)* est si commune dans le bassin de Vienne. (1)

Il conclut « que, s'il fallait se décider à rapporter les terrains des environs de Vienne et ceux d'Italie à une des deux formations marines des environs de Paris, on conviendra que, sous beaucoup de rapports généraux, on pourrait leur trouver de l'analogie avec la dernière, la plus récente de ces formations. »

Rappelons que ces phrases ont été écrites en 1820. Constant Prévost n'avait pas encore les opinions qu'il soutiendra plus tard, au sujet de l'invasion des mers et des cataclysmes.

Il avait remarqué que certaines coquilles de Vienne qui n'existent pas à Grignon, se retrouvent à Bordeaux, à Dax, à Léognan et même en Touraine. Il émet donc avec doute la pensée que les terrains tertiaires de ces localités sont du même âge que ceux de Vienne.

Plus tard, il fut plus affirmatif dans un mémoire (2) lu à la Société Philomatique en mai et juin 1825. Il dit que dans les bassins du midi, on devait trouver des dépôts marins formés peut-être en même temps que les collines subapennines et que celles qui entourent Vienne, lorsque depuis longtemps le bassin de la Seine était occupé par des eaux douces, c'est-à-dire postérieurement à la deuxième formation marine des environs de Paris.

---

(1) Il la confond avec *Ostrea crassissima*.

(2) Bull. Soc. Philomatique 1825.

Ainsi, la science doit à Constant Prévost d'avoir reconnu, le premier, l'existence de terrains tertiaires plus jeunes que le calcaire grossier de Paris, et d'avoir résolu l'un des plus importants problèmes de géologie par l'application des lois générales de la paléontologie.

Dufrénoy lui a reproché un jour (1) d'avoir assimilé le terrain tertiaire supérieur de Vienne et du midi aux meulières et même aux sables supérieurs des environs de Paris. C'était effectivement son opinion, mais il ne l'avait exprimée qu'avec doute, parce qu'il se rendait bien compte qu'il n'y avait pas de preuves positives. L'erreur du reste n'était pas extrême pour une époque où les grandes divisions géologiques étaient à peine ébauchées. Il n'y a pas longtemps encore que l'on réunissait dans le terrain miocène, les sables de Fontainebleau, les meulières de Beauce, les faluns de Touraine, de Bordeaux et de Vienne. Il fallait être concurrent de Constant Prévost à l'Institut pour ne pas rendre hommage à sa sagacité.

En 1822, une nouvelle édition du livre de Brongniart et de Cuvier, sous le titre de *Description géologique des environs de Paris*, fit faire un pas considérable à la géologie stratigraphique.

Au mémoire primitif se trouve ajoutée la description d'un grand nombre de lieux de l'Allemagne, de la Suisse, de l'Italie, etc., qui présentent des terrains analogues à ceux du bassin de Paris. Ces descriptions, qui étaient l'œuvre uniquement de Brongniart (2) constituaient la partie la plus importante de l'édition, non seulement par les faits nouveaux qu'elles révélaient, mais surtout par la méthode et les principes qui avaient guidé les recherches.

---

(1) Bull. Soc. géol. Fr. IV, p. 420 (1834).

(2) Brongniart les avait déjà publiés presque complètement l'année précédente dans un mémoire inséré dans les Ann. des Mines, t. VI, p. 539 (1821).

Après avoir rappelé que l'observation des fossiles a révélé aux géologues une succession distincte de générations qui permettent d'établir une chronologie dans les époques anciennes, après avoir dit que la nature des roches est généralement d'accord avec la ressemblance des fossiles, il pose la question suivante :

« Lorsque, dans deux terrains éloignés, les roches sont de nature différente tandis que les débris organiques sont analogues, doit-on, d'après cette différence, regarder ces terrains comme de formation différente ; ou bien, doit-on à cause de la ressemblance des corps organisés, les regarder comme de la même époque de formation, lorsqu'aucun fait de superposition ne s'y oppose évidemment ? »

Pour répondre à cette question, Brongniart constate d'abord qu'il se forme actuellement des dépôts de nature très différente ; puis il fait observer que le développement d'une génération fossile suppose une longue série de siècles ou du moins d'années [1] pendant laquelle tous les êtres vivants ont un caractère particulier de famille, ou d'époque, qu'on ne peut ni définir, ni méconnaître.

« Je regarde donc, dit-il, les caractères d'époque de formation tirés de l'analogie des êtres organisés comme de première valeur en géognosie, comme devant l'emporter sur toutes les autres différences, quelque grandes qu'elles paraissent (suit l'énumération de ces différences telles que la nature des couches, leur inclinaison, la stratification contrastante, etc.) ; car toutes ces différences peuvent être le résultat d'une révolution et d'une formation instantanée qui n'établissent point en géologie d'époque spéciale. »

Parmi les applications que Brongniart fit de ces principes, il suffit de citer quelques faits particuliers. Dans

(1) La notion des temps était encore bien vague dans l'esprit des savants.

un calcaire noir, compact, assez dur, sublamellaire de la montagne des Fiz des Alpes de Savoie, il avait trouvé des fossiles semblables à ceux de la craie chloritée de Rouen. Il en conclut que le calcaire noir est de même âge que la craie. Un autre calcaire noir compact avec lits de silex, de la montagne des Diablerets près de Bex, lui avait fourni une série d'espèces semblables, quelques-unes mêmes identiques avec celles du calcaire grossier des environs de Paris ; il le rapporte donc à la formation du calcaire grossier, tout en témoignant des hésitations qui nous paraissent singulières dans l'état actuel de la science, mais qui prouvent avec quelle prudence, il se servait de ses principes.

Brongniart cite l'assimilation qu'avait faite Constant Prévost des couches tertiaires de Vienne et de l'Italie avec la formation marine supérieure des environs de Paris ; il paraît l'admettre, mais il insiste si peu sur la démonstration qu'on peut se demander s'il en est bien convaincu. Il ne partage pas les doutes de Constant Prévost sur l'âge des faluns de Touraine et des environs de Bordeaux ; il continue à les assimiler au calcaire grossier de Grignon.

Les conclusions auxquelles était arrivé Constant Prévost furent confirmées et complétées par J. Desnoyers son beau-frère. Dans une communication faite en 1825 à la Société d'Histoire Naturelle (1) sur les terrains tertiaires du Cotentin, Desnoyers émit brièvement l'opinion que ces terrains tertiaires, ainsi que ceux de la Loire, ceux des collines subapennines, de l'Autriche, etc., doivent constituer avec le crag d'Angleterre la formation tertiaire la plus moderne.

En 1829, le même savant publia dans les Annales des Sciences naturelles (2) un second mémoire intitulé : *Obser-*

(1) Mém. Soc. d'Hist. Nat. Paris t 2, 1825 p. 238.
(2) Ann. Sc. Nat., XVI, p. 171.

vations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine et constituant une formation géologique distincte.

Il fit rentrer dans cet ensemble, qu'il désigna sous le nom de terrains tertiaires récents, outre un certain nombre de dépôts d'eau douce (Val d'Arno, Issoire, etc.), des formations marines très nombreuses; le crag d'Angleterre, les tufs coquillers de la Manche, de la Bretagne, de la Loire, de la Touraine, de Mérignac, de Dax, de Salles, le calcaire mœllon et les sables de Montpellier, la Mollasse coquillère du Rhône, la Mollasse et le Nagelflue de Suisse, les sables du bassin de Vienne, les sables des collines subapennines, les calcaires de Sicile, de Corse, de Malte, de Sardaigne.

Ces dépôts, qui présentent comme roche prédominante un agrégat tufacé de sable et de graviers quarzeux, sont essentiellement caractérisés par des coquilles marines et par des ossements de mammifères terrestres de la période des Eléphants : Eléphants, Mastodontes, Hippopotames, Rhinocéros, Dinothérium connu alors sous le nom de *Tapirus giganteus*.

Pour établir l'âge récent de cette formation, Desnoyers insiste sur son indépendance par rapport aux terrains tertiaires plus anciens, sur ce qu'elle est dans tous les bassins à la fin de la série tertiaire et principalement sur ce qu'elle est superposée en Touraine au calcaire d'eau douce supérieur du bassin de Paris. Ainsi, Constant Prévost avait formé le groupe tertiaire supérieur et l'avait rapproché d'une manière dubitative des couches marines supérieures du même bassin ; Desnoyers complète les documents sur ce groupe tertiaire supérieur et démontre qu'il est plus récent que les couches marines supérieures et même que les couches d'eau douce supérieures du bassin de la Seine.

Après la fondation de la Société géologique de France, en 1830, la valeur du caractère paléontologique fut une des premières questions discutées.

Dans la séance du 2 mai 1831, Deshayes lut un mémoire intitulé : *Tableau comparatif des espèces de coquilles vivantes avec les espèces de coquilles fossiles des terrains tertiaires de l'Europe et des espèces fossiles de ces terrains entre eux* (1).

Il distingue les terrains tertiaires des terrains secondaires parce que ceux-ci ne contiennent à l'état fossile que des espèces qui paraissent anéanties, tandis que les terrains tertiaires offrent avec des espèces perdues, d'autres espèces qui vivent encore de nos jours. On peut les diviser en trois grandes époques, parfaitement distinctes, d'après la proportion numérique des espèces éteintes et des espèces encore vivantes.

	Proportion d'espèces vivantes
1re époque	3 %
2e »	19 »
3e »	52 »

Dans la première époque Deshayes range le bassin de Paris, celui de Belgique, celui de Londres, celui de Valogne.

Dans la seconde : les faluns de Touraine, le bassin de Bordeaux, la Superga près de Turin, les environs de Montpellier, le bassin de Vienne.

La troisième époque comprend le terrain subapennin de l'Italie, de la Sicile, des environs de Perpignan et le Crag d'Angleterre.

En séparant le Crag et les marnes subapennines des faluns des bassins de Bordeaux et de Vienne, Deshayes établissait une troisième division des terrains tertiaires, postérieure à celles que Constant Prévost avaient reconnues.

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. I, p. 185.

La lecture de Deshayes fut approuvée par Elie de Beaumont, Constant Prévost et Ami Boué.

Elie de Beaumont déclare qu'il était arrivé aussi à diviser les terrains tertiaires en trois étages par une méthode purement géologique. Il ajoute que chacun de ces étages renferme les ossements d'une génération particulière de grands mammifères.

Constant Prévost rappelle ses propres travaux.

Ami Boué dit qu'il a eu la même idée que Deshayes. Cependant, il fit sur les principes des réserves qu'il se proposait de développer plus tard, et qui étaient bien moins des réserves que de sérieuses objections. En effet dans les séances du 1er et du 19 décembre de la même année il présenta un mémoire intitulé : *Essai pour apprécier les avantages de la paléontologie appliquée à la géognosie et à la géologie.* Nous n'avons pas ce mémoire, mais le Bulletin de la Société Géologique en contient les conclusions. Boué n'accepte le caractère paléontologique qu'à défaut d'autres, lorsque la superposition est obscure. Cependant, il croit que l'observation des fossiles est un guide commode dans les bassins bien connus.

Aux attaques de Boué, Deshayes répondit par un exposé magistral des principes de la paléontologie, exposé où, après soixante ans d'études, on n'a pas un mot à retrancher et bien peu à ajouter. (1) Il est à reproduire en entier.

« Qu'est-ce que la Géologie ? C'est la Science qui s'occupe des couches de la terre dans leur nature et leurs rapports. »

« Lorsque l'on a sous les yeux un grand nombre des couches de la terre ou quand on les a toutes réunies dans un tableau figuratif, l'idée simple qui naît de l'inspection de leur masse, c'est celle d'un espace de temps écoulé. Les couches de la terre ne représentent donc à l'esprit, en

(1) Bull. Soc. Géol. France II, p. 88.

dernière analyse, qu'un long chronomètre dont nous cherchons à connaître l'étendue. »

« En examinant, en étudiant avec soin les couches de la terre, on s'est bientôt aperçu qu'elles n'avaient pas toutes été déposées sous l'influence des mêmes phénomènes ; on entrevit en même temps que les mêmes phénomènes avaient présidé en quelque sorte à la formation d'un certain nombre de couches ; on les groupa dès lors, on brisa par la pensée la grande période, on la décomposa en périodes plus petites, à chacune desquelles on a donné le nom de formation. »

« S'il est vrai que les couches de la terre représentent un long espace de temps, s'il est vrai que toutes ces couches n'ont pas été déposées sous l'influence d'un même phénomène, mais que les phénomènes se sont succédé à mesure que des groupes de couches ont été formés, il faudra en conséquence que la définition la plus simple d'une formation soit celle-ci : *Un espace de temps représenté par un certain nombre de couches de la terre, déposées sous l'influence des mêmes phénomènes.* »

« Si cette définition simple d'une formation découle naturellement de ce qui précède, si elle en est la conclusion, il devient de toute évidence qu'on ne peut limiter une formation, sans avoir apprécié préalablement avec le plus grand soin les phénomènes et leur valeur respective : c'est là la conclusion logique. »

« Dès lors, on doit se demander qu'est-ce donc que ces phénomènes, et d'abord sur quoi ont-ils agi ? »

« Il est évident qu'il n'ont eu d'action que sur deux sortes de choses : de la matière inorganique et de la matière organisée. »

« La matière inorganique ou minérale des couches est extrêmement variable ; c'est un fait incontestablement prouvé et établi par l'observation de tous les géologues :

ainsi une même couche pourra être marneuse, calcaire, cristalline, siliceuse ou de sable ; elle sera tantôt blanche ou de tout autre couleur, selon les circonstances locales qui l'auront modifiée, etc. Les éléments chimiques sont également variables. On ne peut donc pas dire que deux couches que l'on ne voit pas en continuité sont du même âge parce qu'elles ont la même composition minérale. »

« Lorsque l'on examine avec quelque attention les corps organisés contenus dans les couches terrestres, on voit leurs espèces passer d'une couche à l'autre, quoique par leur nature ces couches soient très différentes ; ces espèces restent les mêmes ou subissent peu d'altération, quoique la composition des couches qui les recèlent ait été considérablement modifiée. »

« En admettant ces deux faits comme incontestables et ils le sont, c'est-à-dire que la composition minérale des couches est très variable, tandis que les débris d'êtres organisés qu'elles renferment ne le sont qu'infiniment moins, on peut conclure évidemment que, si l'on veut trouver un moyen, une mesure, pour déterminer les limites d'une formation, on doit les chercher dans ce qui est le moins variable, on doit les prendre aussi dans ce qui présente quelque chose à l'esprit. »

« Qu'est-ce qu'une période minéralogique ? On ne peut le concevoir, tandis que tout le monde comprendra ce que c'est qu'une période zoologique ! »

« Cela sera d'autant plus facile que nous avons sous les yeux une de ces périodes, et que nous pouvons la comparer avec une période de la nature ancienne, que nous pouvons par approximation nous figurer cette nature ancienne, parce que nous avons avec elle un point fixe de comparaison. »

« Dès lors une formation est une période zoologique ; conçue rationnellement, elle est représentée par un cer-

tain nombre des couches de la terre, recélant un ensemble d'êtres organisés qui ne se trouvent que dans ces couches. Il faut donc connaître les corps organisés pour décider les limites des formations ; cette conclusion est de toute rigueur. »

« Ainsi une formation ne sera pas limitée par le changement subit de la nature de la roche, par la position contrastante des couches, par des phénomènes de soulèvement, de dislocation, etc. Tout cela peut fort bien n'être que des accidents locaux ; tous ces accidents ont pu survenir sans que les êtres vivants aient éprouvé d'altération, et c'est en effet ce que l'observation démontre. Mais quand on pourra dire : un tel ensemble d'êtres organisés a commencé à telle couche et a fini à telle autre couche, et à cet ensemble en a succédé un autre qui ne lui ressemble pas, on aura fixé définitivement la longueur d'une période de vie ou d'une formation ; et il n'en faut pas douter, dans l'ensemble des couches de la terre il y a plusieurs de ces périodes. »

A la suite de la communication de Deshayes, Dufrénoy déclara qu'il était convaincu que les groupes paléontologiques s'accordaient avec les groupes stratigraphiques parce que les révolutions, qui ont suivi les soulèvements, ont renouvelé la faune.

Plus que jamais l'idée de catastrophes multiples se répandait dans l'esprit des géologues et unissait la théorie des cataclysmes à celle des soulèvements.

Boué ne se tint pas pour battu. Il partit pour Bordeaux afin d'étudier le calcaire marin de la Gironde. Il écrivit à la Société Géologique [1] que d'après l'examen des collections, il y a mélange des coquilles de Paris avec d'autres espèces qui annoncent un dépôt plus récent, « mélange

(1) Séance du 16 avril 1832. — B. S. Géol. Fr. II p. 376.

inconciliable, dit-il avec le système de classification purement zoologique de Deshayes. »

La Société Géologique s'intéressait vivement à la discussion. Desnoyers, qui était alors secrétaire, écrivit au nom de la Société à Des Moulins, riche amateur d'histoire naturelle à Bordeaux, pour lui demander son avis, Des Moulins répondit [1]: « Le mélange des fossiles bordelais et des fossiles parisiens est très évident dans les *collections*, mais il est fortement modifié sur le *terrain*. » Il distingue trois niveaux fossilifères aux environs de Bordeaux.

1° Les faluns qui contiennent les fossiles d'apparence récente ;

2° Le calcaire grossier de Laroque et de la rive droite de la Garonne, où l'on trouve avec des fossiles des faluns quelques fossiles des environs de Paris ;

3° Le calcaire de Blaye et de Sainte-Estèphe qui est le véritable calcaire grossier parisien, dont il contient les fossiles.

Dufrénoy et Elie de Beaumont étant venus appuyer, d'arguments stratigraphiques, la déclaration importante de Des Moulins, l'incident fut vidé en faveur de Deshayes.

Deshayes avait reconnu l'indépendance paléontologique de la craie par rapport aux terrains tertiaires. Il voulut voir quelles relations avaient entre elles les couches plus anciennes. Dans ce but, il parcourut le bord oriental du bassin de Paris et il vint communiquer le résultat de ses études à la Société Géologique [2], dans sa séance du 5 février 1838.

Il ne formait qu'un seul groupe de tous les terrains de sédiments antérieurs à la houille, car il y a des espèces qui passent d'une couche à l'autre, depuis la Grauwacke

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. II, p. 88.
(2) Bull. Soc. Géol. Fr. IX, p. 153.

jusque dans le terrain houiller proprement dit et même dans le Zechstein. Le Muschelkalk lui a offert des coquilles dont aucune ne se trouve ni dans la formation jurassique qui le recouvre, ni dans la formation carbonifère qui est en dessous. Quant au Grès bigarré, il lui a présenté des espèces identiques à celles du Muschelkalk, ce qui prouve les rapports intimes des deux étages.

Deshayes admet donc cinq groupes de terrains caractérisés par ce fait qu'aucune espèce ne passe de l'un à l'autre : « Cinq fois, dit-il, les générations se sont succédé, sans présenter de rapports les unes avec les autres et chaque fois il y a eu progression dans le nombre des espèces et dans le développement progressif des formes. »

Ces cinq groupes, qui sont ceux du carbonifère, du trias, de l'oolithe, de la craie et des terrains tertiaires, sont divisés en étages, reliés entre eux par quelques espèces communes.

Rozet approuva les divisions au nom des géologues purs, c'est-à-dire des stratigraphes. Probablement il parla des époques de soulèvement, car Deshayes lui répondit que les soulèvements qui s'étaient produits pendant certaines formations, n'avaient pas changé complétement les espèces animales qui s'y développaient.

Deshayes reconnaissait que les limites des divers groupes n'étaient pas encore bien précisées. Peut-être acceptait-il l'idée que les renouvellements complets de faune ont été déterminés par des cataclysmes dus aux grands soulèvements, car Constant Prévost, l'adversaire bien connu des cataclysmes, après avoir approuvé, d'une manière générale la concordance entre les groupes géologiques et les groupes paléontologiques, se hâte d'ajouter « qu'il n'y a pas toujours coïncidence entre ces groupes et les grandes époques de dislocation, puisque c'est pendant le dépôt des terrains tertiaires dont Deshayes ne fait qu'un seul

groupe, que se sont produits les plus grands phénomènes de ce genre. »

Puis viennent, dans la même séance ou dans une séance suivante, une série d'objections contre la méthode paléontologique, objections que Constant Prévost est le premier à poser ou à faire valoir. Ainsi il fait remarquer que les études de Deshayes ne portent que sur une aire infiniment petite de la surface du globe et que ce serait trop présumer que d'en vouloir déduire des lois générales. F. Lajoye, relève la difficulté qu'il y a à définir une espèce, et par conséquent l'incertitude des caractères tirés de la distinction des espèces pour déterminer l'âge d'une couche.

Deshayes reconnut la difficulté réelle des déterminations, et dit que pour être bien faites, elles exigent de nombreux matériaux. Il eût pu ajouter que si Lamarck, Cuvier, Blainville, Geoffroy Saint-Hilaire ne pouvaient pas s'entendre sur la définition théorique de l'espèce, ils s'accordaient parfaitement en pratique, quand ils se trouvaient en présence de la nature, pour distinguer et caractériser les espèces.

Lajoye fit aussi observer que dans les conditions actuelles, les espèces varient avec la latitude. Boubée ajouta qu'elles varient avec la nature des sédiments et avec la profondeur.

De Verneuil, tout paléontologiste qu'il était, objecta [1] que des savants éminents citaient la même espèce dans deux groupes géologiques, tels que *Ananchytes ovata* et *Micraster cor anguinum* qui se trouveraient à la fois dans le Crétacé et dans le Jurassique.

Il ajoutait que Bronn dans son *Lethœa geognostica* avait signalé certains étages comme renfermant les fossiles qui appartiennent généralement à des terrains différents.

---

(1) Bull. Soc. Géol., Fr. IX, p. 185.

Ainsi les schistes des Alpes, où l'on rencontre des plantes houillères avec des Bélemnites du lias ; les terrains salifères de Salzbourg, contenant des fossiles du calcaire de montagne avec ceux du lias et de l'oolithe (1) ; les calcaires de Saint-Cassian, où l'on trouve réunies des formes caractéristiques du muschelkalk et du jurassique ; la craie des Pyrénées qui renferme des fossiles tertiaires ; celle de Gossau et celle de Cressenberg qui sont dans le même cas.

Deshayes reconnut l'importance de ces objections; il y répondit en faisant appel à une étude plus sérieuse des fossiles.

Il aurait pu aussi en appeler au progrès de la stratigraphie, qui, après bien des efforts, finit par résoudre, en faveur des lois paléontologiques, le problème posé par la coexistence des Fougères houillères et des Bélemnites liasiques dans les Alpes. Les autres faits, cités par Bronn et par de Verneuil, tenaient soit à des erreurs stratigraphiques que la paléontologie était appelée à corriger, soit à des fautes de détermination, soit à l'appréciation fausse des caractères paléontologiques que l'on commençait seulement à appliquer.

La discussion reprit dans la séance du 16 avril. Constant Prévost soutint que les dépôts contemporains peuvent avoir des caractères zoologiques différents, tandis qu'il peut y avoir de grandes ressemblances, entre les fossiles de deux dépôts d'âges divers (2).

Deshayes ayant défendu ses doctrines, Constant Prévost cita un exemple : l'Amérique, avant l'arrivée des Conquistadores, avait sa faune spéciale de tapirs, de lamas, etc. ; elle ne contenait ni chevaux, ni chèvres, ni bœufs, ni

(1) De Verneuil mettait en même temps sous les yeux de la Société un échantillon de calcaire de Salzbourg contenant des Ammonites et un Orthocère.

(2) Bull. Soc. Géol. Fr., IX, p. 263.

lapins, ni rats. Les Espagnols y portèrent ces animaux qui s'y multiplièrent avec la plus grande rapidité et la plus grande fécondité excluant peu à peu les espèces primitives. Un géologue des âges futurs, en trouvant dans les sédiments des fleuves américains actuels des chevaux et des bœufs, jugera qu'ils sont exactement de même âge que ceux qui contiennent les mêmes fossiles sur l'ancien continent. Il croira aussi que les sédiments antérieurs, précolombiens, sont plus anciens que ceux qui renferment en Europe la faune des bœufs et des chevaux, plus anciens que les sédiments des époques romaine, grecque ou même égyptienne. Le résultat, qui dans le cas cité est le fait de l'homme, serait le même si les deux continents venaient à être réunis pour un certain temps par suite des mouvements du sol, circonstance qui a dû se reproduire plusieurs fois dans les anciennes époques.

Il n'y aurait eu, dit en terminant Constant Prévost, « ni destruction brusque et complète des espèces, ni création de types nouveaux. On sent dans cette dernière phrase, l'influence de l'opinion de Blainville sur la création simultanée de tous les êtres vivants.

La théorie de Blainville est aujourd'hui peu connue ; elle est tombée absolument dans l'oubli et elle le mérite. Blainville était, comme Cuvier, partisan de la fixité de l'espèce, mais il la comprenait dans un sens très large, en réunissant dans une même espèce des formes que la plupart des naturalistes regardent comme des espèces différentes.

Il supposait que toutes les espèces vivant actuellement ou ayant vécu dans les temps géologiques avaient été créées en même temps et disséminées sur tout le globe. Il admettait que les faunes, c'est-à-dire les groupes d'espèces compatriotes se déplaçaient à la surface de la terre.

Ainsi, une portion de la terre, peuplée par la faune A, aurait vu un jour celle-ci partir et être remplacé par la faune B, qui vivait ailleurs ; plus tard la faune B s'en va et la faune C lui succède, après avoir quitté son ancienne patrie.

Dans ces migrations successives une foule de types périssaient ; ce sont ceux qui n'existent plus qu'à l'état fossile. L'ensemble de l'animalité allait donc toujours en s'amoindrissant.

On est tenté de croire qu'il fallait l'enthousiasme et l'éloquence de Blainville pour faire accepter une hypothèse si contraire aux constatations les plus simples de la paléontologie. Cependant la théorie de la translation, comme on l'appelait, était encore professée en 1858 par Flourens au Muséum d'Histoire Naturelle.

Quand on voit un génie comme Blainville, un savant érudit comme Flourens, imaginer et enseigner des conceptions aussi étranges, on se fait une idée des progrès immenses que la géologie a faits depuis cinquante ans.

Deshayes se borna à répondre que les formations d'une même époque se lient par l'universalité et la prédominance de certaines espèces. Dans le cas cité les alluvions précolombiennes et post-colombiennes seraient liées par la présence de l'homme.

Néanmoins, l'objection était sérieuse, elle se dressa et se dresse encore plus d'une fois devant les affirmations des paléontologistes.

Dans le cours de la discussion Constant Prévost, avait repoussé une hypothèse cataclystique due à Agassiz. C'était le moment où la conception de l'extension des glaciers à l'époque quaternaire commencait à pénétrer dans l'esprit des géologues. Agassiz croyait que l'on devait attribuer au froid de l'époque glaciaire la destruction des animaux antérieurs à la faune actuelle, et il ajoutait que

les changements dans les diverses couches de sédiments doivent avoir été influencés par des changements correspondants dans la température atmosphérique.

Constant Prévost, toujours opposé à l'idée des cataclysmes, objecta que si un froid rigoureux avait détruit tous les animaux de la période crayeuse, par exemple, il devrait ensuite s'être formé, pendant quelques temps des couches sans fossiles, car les animaux de la nouvelle création ne pouvaient devenir nombreux qu'au bout d'un certain laps de temps. Au contraire les premières couches tertiaires, au contact de la craie, sont remplies d'une quantité prodigieuse d'animaux. Il n'y a donc pas eu interruption dans le développement de la vie.

La discussion recommença [1] dans la séance du 3 juin 1839. Constant Prévost ayant présenté un tableau des terrains, où il les divisait seulement en trois groupes : primaires, secondaires, tertiaires, Deshayes prit la parole pour défendre sa division en cinq groupes. Il l'appuya sur l'autorité d'autres paléontologistes, Ad. Brongniart, Milne Edwards, Agassiz, dont les études sur les végétaux, les polypiers et les poissons concordaient à faire considérer ces cinq groupes géologiques, comme indépendants.

Constant Prévost ne nie pas que dans l'état actuel, la division en cinq groupes ne fût fondée sur des faits positifs ; mais il ne la croit pas le dernier mot de la science. Il se demande si on n'arrivera pas à établir un plus grand nombre de groupes ; si entre ces groupes, alors bien tranchés paléontologiquement, ne viendront pas s'intercaler des formations intermédiaires, où l'on trouvera réunis des fossiles considérés pour le moment comme spéciaux à deux groupes différents.

Non seulement il se fait ces demandes, mais il y répond

(1) B. S. Géol., Fr., IX. p. 343.

affirmativement : « Il croit devoir admettre à priori que cela sera ; car autrement on serait entraîné à cette conséquence qu'il y aurait eu sur la terre cinq créations indépendantes, qui auraient succédé à la destruction complète de tout ce qui existait précédemment ; hypothèse que l'uniformité dans le plan d'organisation des êtres, leur étude philosophique, celle de la marche de la nature et des phénomènes dont nous sommes témoins ne semble pas appuyer. »

Quand un groupe succède à un autre, il présente de suite une faune très nombreuse. Constant Prévost ne comprend pas une création instantanée si féconde en espèces et en individus. Le fait s'expliquerait plus facilement en supposant qu'un dépôt avec ses êtres vivants spéciaux vient succéder à un autre dépôt autrement habité. C'est ce qui pourrait arriver, pense-t-il, par une cause toute naturelle, comme la rupture de l'isthme de Suez ou de l'Isthme de Panama.

Peut-être se faisait-il illusion sur l'importance géologique des communications établies entre deux mers. Ce qu'il osait à peine demander à un phénomène géologique, le génie de l'homme devait le faire. L'ouverture du canal de Suez a permis à quelques animaux de la Mer rouge de passer dans la Méditerranée et inversement ; mais la faune de l'une ou l'autre mer n'a pas été modifiée dans son ensemble. Il en serait peut-être autrement, si le percement de l'isthme avait établi un courant qui aurait eu pour résultat de changer la nature des sédiments.

Des modifications dans la faune se produiraient très probablement, si des eaux chargées d'argile venaient apporter leurs troubles boueux dans un bassin aux eaux claires ; les animaux, qui peuplaient ce bassin, s'enfuiraient ou périraient dès l'abord et une population plus robuste viendrait s'y substituer.

Ce sont ces idées qui ont été développées dans un autre chapître et qui règnent maintenant dans la science sous le nom de *théorie des faciès*.

Deshayes s'était fort peu occupé des terrains inférieurs à la houille, qui alors, n'étaient guère connus ; Werner les avait appelés terrains de transition, parce qu'il les trouvait intermédiaires entre les terrains primitifs, massifs et cristallisés, tels que le granite, et les terrains secondaires, déposés sous l'eau, comme le démontraient leurs couches horizontales et leurs fossiles. Les roches de transition avaient quelques caractères minéralogiques des premiers et on y trouvait des fossiles comme dans les seconds.

En Allemagne, on désignait une grande partie de ces couches de transition sous le nom de Grauwacke ; en Angleterre, on y avait distingué le Calcaire de montagne, que ses rapports intimes avec la houille avaient fait nommer Calcaire carbonifère, et le Vieux grès rouge ; en Belgique, d'Omalius d'Halloy et Dumont avaient divisé les terrains anciens en terrains anthracifère et terrain ardoisier, et ils y avaient établi des subdivisions basées uniquement sur la stratigraphie et les caractères lithologiques. S'il y avait déjà eu des publications importantes et très utiles sur la paléontologie de ces terrains, on peut dire qu'elles n'avaient apporté aucune vue stratigraphique.

La lumière commença à se faire en Angleterre par les travaux de Sedgwick et de Murchison (1835). En étudiant dans le pays de Galles les terrains inférieurs au grès rouge, ces géologues y établirent deux divisions : *silurien* et *cambrien* ; mais ils ne les fondaient pas encore sur une base paléontologique, car Murchison reconnaissait que les fossiles du Bala, qu'il plaçait dans le cambrien, étaient les mêmes que ceux du Caradoc dont il faisait une division du silurien. Il constatait toutefois que les deux nouveaux

groupes avaient des fossiles différents de ceux du calcaire carbonifère.

Deux ans aprés (1837), Lonsdale ayant examiné une série de fossiles du Devonshire, leur trouva des caractères intermédiaires entre ceux du calcaire carbonifère et ceux du système silurien. Il eut l'idée que les schistes calcarifères qui les contenaient, devaient représenter le vieux grès rouge du Nord de l'Angleterre et il la communiqua à ses amis Sedgwick et Murchison. Ceux-ci étudièrent la question au point de vue stratigraphique, adoptèrent les idées de Lonsdale et formèrent un nouveau groupe qu'ils nommèrent *devonien*. Puis ils parcoururent le continent pour y étudier les dépôts contemporains des divisions qu'ils avaient établies en Angleterre. Il ne leur fut pas difficile de les reconnaître dans le Boulonnais, en Belgique et en Allemagne.

Quelle était la valeur de ces groupes géologiques au point de vue de la science générale ?

On a vu que Deshayes avait admis que la grauwacke du Rhin avait des fossiles communs avec les couches supérieures, même avec le terrain houiller et le zechstein. Les divisions des terrains anciens n'étaient donc à ses yeux que des étages de la même valeur, que les divers étages de la craie ou du jurassique.

De Verneuil avait accompagné Sedgwick et Murchison dans un de leurs voyages dans les contrées Rhénanes, qu'il avait déjà visitées plusieurs fois pour recueillir les beaux fossiles de l'Eifel. Sur les instances des géologues anglais, il entreprit avec son ami d'Archiac une description des fossiles de ces roches anciennes. Ils reconnurent bientôt l'immensité du travail, et virent qu'il serait l'œuvre d'une vie entière, si même il était possible. Ils résolurent donc de faire une halte, comme ils le disent eux-mêmes, et de constater l'état présent de la science en publiant un *species*

de la faune des terrains anciens [1]. Ils l'accompagnèrent d'une introduction intitulée : *Coup d'œil général sur la faune des dépôts palæozoïques.*

Entre autres conclusions, ils posent en principe qu'il n'y a pas eu de changements brusques et complets pendant la période paléozoïque et que les trois systèmes de cette période se relient par un petit nombre d'espèces communes. C'était une confirmation de ce qu'avait dit Deshayes, confirmation appuyée sur des faits infiniment plus nombreux. Mais là où ils se séparent de Deshayes, c'est lorsqu'ils ajoutent, sans preuves, qu'il a dû en être de même pendant la formation des couches secondaires, c'est-à-dire pendant tous les temps géologiques. Ils nient que les soulèvements aient pu occasionner la destruction complète des animaux qui vivaient loin du théâtre de ces bouleversements. Ils formulent, en outre, quelques lois paléontologiques importantes, entre autres les deux suivantes :

Les espèces qui se trouvent à la fois dans un grand nombre de points et dans des pays très éloignés les uns des autres sont celles qui ont presque toujours vécu pendant la formation de plusieurs systèmes consécutifs.

Les espèces qui appartiennent à un seul système s'observent rarement à de grandes distances.

Le peu d'intérêt qu'on attachait alors en France à l'étude des terrains primaires fit qu'on ne lut guère le mémoire de d'Archiac et de de Verneuil.

Le 1er septembre 1842 d'Orbigny présentait à la Société Géologique de France, en session extraordinaire à Grenoble la première livraison de la Paléontologie française.

« J'ai entrepris ce dernier ouvrage, écrit-il, dans le but de populariser en France, le goût de la géologie en donnant

(1) Memoir on the fossils of the Older deposits in the Rhenish provinces 1842.

aux adeptes de cette science des moyens plus faciles d'étudier les nombreux fossiles de notre territoire. »

Œuvre colossale, qu'il devait laisser à peine ébauchée. Néanmoins, il atteignit le but qu'il se proposait; il permit aux collectionneurs de déterminer leurs fossiles et il donna une impulsion des plus puissantes aux études géologiques. Les paléontologistes se multiplièrent; les déterminations devinrent plus sûres, plus précises; par suite, le nombre des espèces communes à plusieurs terrains diminua ainsi que l'avait prévu Deshayes. La méthode paléontologique gagna en sécurité; elle allait l'emporter dans l'esprit des savants, mais elle avait encore un assaut à subir.

Le 10 avril 1847, Dumont lut, à l'Académie Royale de Bruxelles, une note sur la valeur du caractère paléontologique en Géologie (1).

Après avoir rappelé la difficulté et l'incertitude des déterminations spécifiques, il veut bien admettre qu'à l'aide des fossiles connus, on pourra distinguer deux couches très éloignées l'une de l'autre, mais il ajoute que, si on montrait à un paléontologiste des fossiles *nouveaux* de deux couches contigües, il ne pourrait pas dire laquelle de ces deux couches est la plus ancienne.

Il s'arme des deux déclarations de Verneuil et d'Archiac pour dire que, puisque les espèces propres à une couche n'occupent qu'une très petite surface géographique, elles ne peuvent, dès lors, caractériser la couche dans toute son étendue. De même, quand une espèce occupe une grande surface, elle se rencontre dans plusieurs couches et même dans plusieurs systèmes de couches. Donc, s'écrie-t-il victorieusement, il n'existe pas d'espèces caractéristiques d'une couche pour tous les points du globe.

---

(1) Ac. Roy. Belg. XIV 1847 1e partie p. 292.

Il arrive à deux autres arguments plus sérieux, basés, sur ce que dans la nature actuelle les espèces varient avec la nature des milieux, la pression, la température, et qu'il a dû en être de même dans les temps anciens.

Sur les bords des mers actuelles, on peut distinguer des zônes bathymétriques, de profondeur croissante, habitées par des espèces différentes. Il en a été de même à toutes les époques. Désignons les diverses faunes bathymétriques d'une première époque, par les lettres A, B, C, D, etc. Admettons que le sol se soulève. Après le soulèvement, dans la seconde époque, la zône A sera exondée et les dépôts continueront à se faire au-dessus des zônes B C D. Mais comme leur profondeur a varié et que la nature des animaux dépend de la profondeur, la zône B sera recouverte par la faune A', semblable à la faune A ; la zône C par une faune B' semblable à la faune B ; la zône D par une faune C' semblable à C. Troisième époque : nouveau soulèvement, nouveau recul du rivage, nouveau changement bathymétrique ; Sur B' se dépose la faune A", sur C' la faune B". Les paléontologistes, en constatant la présence d'espèces semblables en A, A', A", A"', réuniraient ces zônes, les croiraient de même âge et commettraient ainsi une erreur.

Une autre objection qui paraissait non moins sérieuse était la suivante : La vie n'a pu commencer sur le globe qu'après une certaine période de refroidissement, lorsque la température a atteint 90° par exemple.

Le refroidissement a commencé par les pôles. Là, se développait la faune A. Le refroidissement augmentant, la vie a pu gagner vers l'équateur dans la zône tempérée par exemple, et comme les animaux sont en rapport avec la température, il s'y est développé une faune A' analogue à la faune A. Pendant ce temps, la faune B avait succédé à la faune A. dans la zône polaire.

Le refroidissement gagne encore, la faune C se produit au pôle pendant que la faune B' vit dans la zône tempérée et la faune A" dans les contrées tropicales.

Le paléontologiste, en admettant la contemporanéité des faunes A, A', A" d'une part, B, B', B" d'autre part, commettra une erreur.

Il est donc démontré, conclut Dumont, que des êtres analogues vivaient à des temps différents. De là, à dire que la paléontologie est une cause d'erreur, il n'y avait qu'un pas et Dumont ne se fait pas faute de le franchir.

De Koninck répondit à Dumont (1). Il lui reprocha très justement d'avoir raisonné à priori, tandis que les lois paléontologiques sont basées sur l'observation, mais il ne réfuta pas ses arguments. Il eut aussi le tort de faire dégénérer la discussion en une querelle personnelle, dont il n'y a plus à se préoccuper.

Dumont, malgré toutes ses prétentions à la rigueur mathématique, malgré ses formules algébriques, avait oublié un puissant facteur : le temps. Cette négligence suffisait à fausser tous ses raisonnements. La note de Dumont fut lue à la Société Géologique de France dans la séance du 19 avril 1847. Elle n'y eut aucun succès ; elle fut combattue par de Verneuil, Michelin, Hébert.

Frappoli essaya de soutenir les vues de Dumont, en faisant valoir les résultats où étaient arrivés les maîtres de la science sans le secours du caractère paléontologique, singulier raisonnement, qui rappelle celui qu'on faisait à peu près à la même époque sur un autre sujet. On a accompli de beaux et longs voyages en diligence, disait Arago, donc nous n'avons pas besoin de chemins de fer.

Dans la même séance (2), de Verneuil fit à la note de Dumont une réponse péremptoire et sans réplique pos-

(1) Ac. Royal. Bel., XIV, 1847, 2e partie, p. 62.

(2) Bull. S. G. Fr. 2e série p. 646.

sible. Il revenait d'étudier les terrains anciens de l'Amérique. Il les compara à ceux de l'Europe et reconnut que les espèces identiques ont vécu à la même époque en Amérique et en Europe, qu'elles y ont eu à peu près la même durée et qu'elles s'y succèdent les unes aux autres dans le même ordre.

Il conclut en ces termes : « Les premières traces de la vie organique, dans les contrées les plus distantes, se montrent sous des formes à peu près semblables à la base du système silurien, et les mêmes types, souvent les mêmes espèces se développent successivement et parallèlement à travers toute la série des couches paléozoïques. »

« Si nous n'avons pas réussi à lever le voile qui nous cache encore les causes de ce grand phénomène, au moins nos observations démontrent-elles l'inefficacité de celles par lesquelles certains auteurs cherchent à l'expliquer. Elles prouvent, en effet, que le phénomène lui-même est indépendant de l'influence qu'exerce sur la distribution des animaux la différence des profondeurs des mers. Elles prouvent que, dans son expression générale, il est indépendant des soulèvements qui ont affecté la surface du globe, car depuis la frontière orientale de la Russie, jusqu'au Missouri, loin ou près des lignes de dislocation, dans les couches qui sont horizontales, comme dans celles qui sont redressées, la loi, suivant laquelle il s'accomplit, paraît uniforme. »

On peut dire que le mémoire de de Verneuil établissait pour la première fois, la paléontologie stratigraphique sur une base inébranlable. Jusqu'alors les observations s'étaient bornées à un petit coin du globe, à l'Europe ; avec de Verneuil, elles s'étendent aux deux continents et donnent les mêmes résultats. La succession des faunes apparaît comme un phénomène dépendant d'une loi générale que les uns considèrent comme la loi d'évolution

des êtres vivants, et où d'autres, plus nombreux, voient le développement général du plan du Créateur.

Quelle que soit l'opinion philosophique adoptée, il y avait encore à déterminer le procédé de ces tranformations.

En France, la théorie des cataclysmes et des créations successives était dominante ; d'Orbigny en était le porte-drapeau.

Voici les propositions que l'on trouve dans son cours de géologie stratigraphique publié en 1847 et 1848.

« Les animaux sont répartis par étages, suivant les époques géologiques. Chacune de ces époques présente en effet à la surface du globe une faune distincte, caractérisée par des formes spéciales et par des espèces identiquement les mêmes partout. » (1)

« Les animaux, ne montrant dans leurs formes spécifiques aucune transition, se sont succédé à la surface du globe non par passage, mais par extinction des races existantes et par la création successive des espèces à chaque époque géologique. » (2)

« La fin de chaque grande période a été marquée par l'anéantissement des êtres composant la faune de chacune de ces périodes et une faune nouvelle s'est ensuite manifestée à la surface du globe. » (3)

« Chaque fois qu'un système de montagne a surgi au-dessus des océans, la faune existante a été anéantie par le mouvement prolongé des eaux sur les points disloqués et sur ceux qui ne le sont pas, et une nouvelle période d'existence ne s'est manifestée que longtemps après le repos de la nature. » (4)

Ainsi, pour d'Orbigny, il n'y a pas de transition entre les formes spécifiques ; la substitution d'une faune à une autre s'est opérée non par passage graduel, mais par

(1) Loc. cit., p. 156; (2) id., p. 156 ; (3) id., p. 154 ; (4) id., p. 135.

renouvellement complet, après la destruction de toutes les espèces existantes, par un cataclysme général et les cataclysmes ont eu pour cause le soulèvement des chaînes de montagne.

Il admet que quelques espèces ont pu survivre aux cataclysmes et se trouver ainsi dans deux étages successifs ; mais il croit ces cas très rares. Quant à des formes analogues, qui seraient séparées par des intervalles de quelques étages, il n'en connaît pas. Il déclare même franchement que s'il en trouvait, quelle que fût leur ressemblance, il les considérait comme des espèces différentes.

Il compte 28 étages séparés par 27 cataclysmes. Aux philosophes qui lui reprochaient de condamner le Créateur au supplice de Sysiphe roulant sans cesse son caillou, puisqu'il l'oblige à reconstruire le monde vivant chaque fois qu'il l'a laissé détruire, il répond : « Pourquoi veut-on donner des entraves à la puissance créatrice ? Pourquoi veut-on empêcher la nature de reproduire, à diverses reprises dans les âges du monde, des formes analogues, sinon identiques, surtout lorsque le temps et l'espace les séparent ? »

Que devait dire Constant Prévost qui, sollicité par quelques amis, s'était fait suppléer en 1847 par d'Orbigny dans sa chaire de la Sorbonne. Il en parlait plus tard en soupirant et disait : « J'ai eu trop de faiblesse !. » Il jugea même à propos de protester dans un de ses cours contre le titre de Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Paris, que d'Orbigny avait pris dans l'ouvrage, où il se mettait en désaccord si complet avec le titulaire de la chaire.

Comme tous les géologues ses contemporains, Elie de Beaumont, d'Omalius d'Halloy et bien d'autres, Constant

Prévost ne croyait pas que les fossiles fussent des guides certains pour déterminer l'âge géologique d'une couche. Il voyait les exagérations de d'Orbigny et de ses disciples ; il devinait les discussions au sujet des espèces, dont les unes sont caractéristiques et dont les autres ne le sont pas. Lui qui un des premiers avait montré tout le parti qu'on peut tirer de la paléontologie pour la détermination de l'âge du sol, il voulut faire machine à rebours. Mais il n'était plus au courant de la science, il n'avait aucun fait à opposer aux observations qui s'accumulaient et établissaient sur des bases inébranlables la valeur du caractère paléontologique. Il se borna à des protestations générales, à des exposés de principes, que l'on écoutait par respect pour son âge, mais qu'on ne se donnait même plus la peine de discuter.

Du reste, ses principes sont purement négatifs. Il doute de tout, il combat toutes les hypothèses, il ne propose aucune théorie.

Le 30 septembre 1850, il lut à l'Académie des Sciences [1], une série de propositions sur la fossilisation et l'emploi des fossiles en géologie; il les fait précéder des phrases suivantes qui résument sa pensée. « J'ai été conduit à croire et je persiste à penser que, depuis le moment où les conditions indispensables à la vie se sont trouvées réunies à la surface de la terre, les végétaux et les animaux créés par une puissance, qu'il n'est pas plus permis à la science de définir que de nier, n'ont pas cessé de peupler sa surface sans interruption et sous des conditions essentiellement semblables à celles sous lesquelles ils se sont propagés jusqu'au moment actuel. »

« Les premiers ou plus anciens des êtres sont liés si intimement par une organisation commune avec ceux qui

(1) C. R. Acad. Sc. XXXI. 1850, p. 461.

sont les contemporains de l'homme, que l'on ne peut considérer les uns et les autres que comme les parties d'un grand tout indivisible dont la conception a été une œuvre unique, dont le temps et aucun événement ou cataclysme imprévu n'aurait interrompu ou altéré le développement. Ce seraient donc autant de préjugés sans fondement *géologique*, que de croire :

1° Que la création aurait été une et instantanée plutôt que multiple, locale et successive.

2° Que les organisations simples d'abord, auraient été se perfectionnant et se modifiant insensiblement ou révolutionnairement en raison de changements survenus dans les circonstances extérieures et dans la composition des milieux ambiants.

3° Que des causes violentes auraient à diverses reprises anéanti toutes les existences, et qu'après les crises passées, de nouvelles créations seraient venues réparer le dommage.

4° Que des individus d'une même espèce auraient instantanément apparu ou disparu sur les points les plus éloignés les uns des autres.

5° Que l'inventaire des débris fossiles, recueillis jusqu'à présent par les paléontologistes, dans les divers terrains, puisse donner une idée approximative des flores et des faunes successives.

6° Que, par conséquent, les comparaisons, les rapprochements entre des portions du sol de contrées éloignées puissent être mathématiquement établis au moyens des proportions numériques données par le nombre plus ou moins grand des espèces communes, particulières, analogues, identiques, recueillies dans des dépôts, dont les rapports de position ne peuvent être constatés directement. »

Ainsi, Constant Prévost reniait presque, en 1850, les opinions qui l'avaient guidé dans ses premiers travaux

géologiques. Il penchait à adopter les théories de Blainville qui sont la négation de toute histoire paléontologique des êtres vivants, de toute application convaincue de leur étude à la détermination des terrains. Il arrivait à formuler la doctrine décourageante que Lyell, Darwin et leurs adeptes ont reprise, quand ils proclament l'insuffisance irrémédiable des documents paléontologiques.

Certainement, le savant doit toujours avoir à la pensée, l'idée que la science n'est pas complète, que sans cesse elle progresse, que les moyens d'investigation augmentent et que ce qui est connu n'est rien auprès de ce qui reste à découvrir. Mais, quand il construit un système, quand il énonce des propositions, il doit se baser sur des faits positifs et ne pas se borner à des négations, ni à des doutes. Il ne doit pas prendre comme point de départ de ses raisonnements les lacunes de la science, ni une ignorance vraie ou supposée.

Il peut réclamer d'une théorie qu'elle ne soit contraire à aucun fait; il peut même à la rigueur lui demander d'expliquer tous les faits connus; mais il n'a pas le droit d'exiger qu'elle se plie à des conceptions hypothétiques, ni qu'elle s'applique aux phénomènes à découvrir. De deux choses l'une, ou ces futures observations seront conformes à la théorie et en constitueront une nouvelle preuve, ou celle-ci ne pourra pas les expliquer; il faudra alors la compléter, la modifier ou même l'abandonner complètement. Mieux vaut pour le progrès une erreur que l'on peut détruire, que le doute général qui supprime toute initiative.

Quelques savants ne l'entendent pas ainsi; leur doute va jusqu'à l'incrédulité. Pour eux, une théorie n'est qu'un système ingénieux qui permet de synthétiser certains phénomènes, mais qui n'a aucune importance réelle. Ils

adoptent deux théories contradictoires, l'une pour expliquer quelques faits et l'autre pour en expliquer d'autres.

On doit repousser cette manière par trop éclectique de concevoir la science. On doit avoir foi en ses théories, on doit les considérer comme l'expression, sinon de la science immuable, au moins de la science présente.

Travaux sur les Formations Plutonniennes

CHAPITRE VIII

ILE JULIA

En août 1831, on apprit à Paris par les journaux qu'une île venait d'apparaître au milieu de la Méditerranée, entre la Sicile et l'Afrique. On racontait que la surface de la mer était devenue bouillonnante, que du sein des eaux étaient sorties avec fracas des gerbes de feu, qui retombaient en pluie de pierres et qu'enfin une nouvelle île avait paru. Il y avait là un sujet d'études bien digne de l'attention des savants. Mais l'intérêt scientifique ne fut pas l'idée dominante; on pensa immédiatement aux conséquences politiques.

La nouvelle île n'était-elle pas le premier point d'une chaîne de montagnes qui allait se soulever et réunir la Sicile à la Tunisie ? Le détroit de Messine n'allait-il pas devenir l'unique passage pour aller en Orient ? Le

commerce du Levant dépendrait donc du bon vouloir du roi des Deux-Siciles, et Malte perdrait son importance stratégique pour la marine anglaise. A qui allait appartenir la nouvelle terre ?

Le gouvernement sicilien expédia la corvette l'*Etna* sous le commandement du signor Cacace. L'amiral Hotham, qui commandait la flotte anglaise à Malte, envoya d'abord le capitaine Swinburn avec le sloop le *Rapide*. Tous deux furent en vue du volcan dans les journées du 17 au 19 juillet. Ils fixèrent sa position, mais ils ne purent y débarquer.

Le 4 août, l'amiral Hotham envoya un nouveau navire, le cutter *Hund* sous les ordres du capitaine Senhouse. Ce marin débarqua le premier sur l'île. Il en prit possession au nom de Sa Majesté Britannique et lui donna le nom d'île Graham. Mais déjà les Siciliens l'avaient nommée Ferdinandea en l'honneur de leur roi, tandis que d'autres marins, et d'après eux les journaux, l'avaient appelée Nérita, parce qu'ils la supposaient située sur le banc sous-marin qui portait ce nom dans la carte de Smith [1].

Le gouvernement français, au lendemain de la conquête d'Alger, ne devait pas rester insensible à un événement qui pouvait changer complètement les rapports de l'Europe et de l'Afrique. Il décida aussitôt l'envoi d'un bâtiment et il proposa à l'Académie d'adjoindre un géologue à l'expédition.

---

(1) On la nomma aussi île Corrao du nom du capitaine du brick napolitain *La Thérésine*, qui vit l'île le 16 juillet et le capitaine Swinburn, plus courtisan que le capitaine Senhouse, lui avait donné le nom d'Hotham en l'honneur de l'amiral anglais. On verra plus loin que Constant Prévost la nomma île Julia. C'était beaucoup de noms pour une terre qui ne devait pas subsister plus de trois mois.

Constant Prévost assistait à la séance. Il demanda immédiatement à être chargé de la mission. Dans la séance suivante il fut désigné sur un rapport signé de Cordier, Brongniart et Cuvier; une somme de 2.400 francs lui fut allouée pour son voyage.

Le ministre de la marine pressait le départ. Constant Prévost dut partir sans avoir, en aucune manière, préparé son voyage. Humboldt, qui était alors à Paris, lui donna des instructions détaillées sur ce qu'il devait observer; il lui recommanda d'une manière toute spéciale de se livrer à une enquête très soigneuse sur tous les événements qui avaient précédé l'apparition de l'île. Les instructions de Humboldt, écrites par Constant Prévost sous la dictée de l'illustre savant, mériteraient d'être conservées; car, actuellement encore, elles pourraient s'appliquer à tous les faits d'éruptions sous-marines.

Thénard prenait un grand intérêt à l'expédition. Non seulement il donna à Constant Prévost des avis sur la manière de recueillir les gaz volcaniques et de les essayer, mais il lui conseilla de prolonger son voyage en explorant la Sicile et le sud de l'Italie. Il lui fallait au moins six mois et six mille francs. « L'Académie, dit-il, se chargera des frais; elle les prendra sur les fonds Monthyon ».

Bien que Constant Prévost eût un réel talent comme dessinateur et paysagiste, il demanda à être accompagné par un dessinateur, afin de pouvoir consacrer tout son temps et toute son attention à l'observation géologique.

Il désigna un jeune peintre, Joinville, qui avait déjà fait plusieurs voyages en Sicile et qui connaissait parfaitement la langue et les habitudes du pays. Le ministre des travaux publics, qui avait alors dans son département les beaux-arts et les sciences fit la singulière réponse que voici :

« Monsieur,

» Vous m'avez exprimé le désir d'emmener dans l'expédition que vous allez faire, sur les côtes de la Sicile, pour explorer un nouveau volcan, un dessinateur dont les frais de nourriture seraient à la charge de mon département, et qui obtiendrait du Ministre de la marine, si j'en faisais la demande, le passage gratuit sur le bâtiment qui doit vous porter.

» Comme je n'ai à ma disposition, sur l'exercice courant, aucun fond applicable à cette dépense, j'ai le regret de ne pouvoir donner suite à votre demande, et je ne pourrai prendre d'engagement pour l'année 1832, qu'après que le budget aura été voté.

» Agréez, Monsieur, etc...

Le Pair de France, Ministre-Secrétaire d'État,
du Commerce et des Travaux publics,

D'ARGOUT. »

D'Argout n'avait certainement pas lu la lettre au bas de laquelle il mettait sa signature. Il fallait un haut degré d'esprit bureaucratique pour répondre que l'on devait attendre le vote du budget avant d'aller dessiner une éruption. Heureusement, le Ministre de la marine était là. Le même jour, l'Amiral de Rigny, décidait que Joinville serait reçu à bord et qu'il aurait sa nourriture à la table de l'État-major.

Enfin, Constant Prévost, après avoir été présenté au Roi et à la Reine, muni de recommandations pour tous les représentants de France en Sicile, quitta Paris le 6 septembre, par les messageries Lafitte et Caillard. Il arriva à Marseille le 11, à 5 heures du matin. Il dut y séjourner un jour, parce qu'il n'y avait pas de places à la

diligence de Toulon, où il n'arriva que le 13 au matin. Il y trouva le lieutenant de vaisseau Lapierre, commandant du brick *La Flèche*, sur lequel il devait s'embarquer. Le Vice-Amiral de Rosamel, Préfet maritime, lui fit part des instructions qu'il donnait au Commandant Lapierre, par ordre du Ministre.

Voici quelques extraits de la lettre que Constant Prévost écrivait à l'Académie, à ce sujet. On y lira avec plaisir, les preuves du zèle que le Ministre de la marine déploya en cette circonstance, pour satisfaire aux intérêts de la science.

« Ainsi non seulement je pourrai faire en mer, auprès du nouveau volcan, toutes les observations possibles dans le moment actuel, mais encore j'aurai les moyens de visiter les îles Pantellaria, Limosa, Lampione et Lampedouze; je pourrai même, si le bâtiment peut le faire sans être soumis à la quarantaine à son retour en Sicile, aborder à Malte pour y recueillir les documents nombreux que l'on doit déjà posséder dans cette île sur l'apparition de Nérita. Après avoir touché en Sicile, à Girgenti, au cap Passaro, à Syracuse, je compte me rendre à Catane pour visiter l'Etna avec quelques détails et ne reprendre le bâtiment qu'à Messine pour parcourir avec lui les îles Lipari, avant de me rendre à Palerme. J'espère, dans cette ville, recueillir de nouveaux renseignements sur les effets qui ont pu coïncider en Sicile avec l'éruption du volcan sous-marin. S'il devenait intéressant de retourner auprès de celui-ci, soit pour comparer son nouvel état à celui qui aura fait le sujet de nos premières observations, soit pour tenter d'aborder l'îlot volcanique, si nous n'avons pu le faire d'abord, je renouvellerai la visite au volcan avant de passer à Naples, où le bâtiment devra me conduire.

Depuis mon arrivée à Toulon, j'ai eu l'avantage d'entrer en rapport avec M. le lieutenant de vaisseau Lapierre

qui commande *La Flèche*. Je regarde le choix d'un officier aussi distingué comme le meilleur augure pour le succès de notre mission. M. Lapierre qui a déjà fait le voyage autour du monde sur la *Thétis*, que commandait M. de Bougainville, prend le plus vif intérêt au but de notre expédition, dont il apprécie toute l'importance pour les progrès d'une science à laquelle il est loin d'être étranger. »

Les instruments, baromètres, thermomètres, et autres, expédiés de Paris par le ministre de la marine (toujours le ministère de la marine !), nécessitant quelques réparations, le brick ne put mettre à la voile que le seize septembre.

La relation du voyage de Constant Prévost a été publiée par partie dans la Revue des Deux-Mondes, dans les Annales des Sciences Naturelles (1) et dans les Mémoires de la Société Géologique de France (2). Le récit qu'on va lire, extrait de ses carnets de voyage, est plus complet sous certains rapports, tandis que quelques points secondaires ont été négligés.

« Le 25 septembre, au soir, à cinq heures, la vigie placée dans les mâts, signala une terre de laquelle on voyait s'élever de la fumée. Étant montés sur les hunes, nous aperçûmes en effet l'île, qui avait la forme de deux pitons réunis par une terre plus basse.

Nous étions à 18 milles, et nous vîmes, par moment, des bouffées d'une vapeur blanche qui s'élevaient, du côté du sud principalement, à une hauteur double de celle de l'île. A plusieurs reprises et lorsque nous étions sous le vent, nous sentîmes une odeur sulfureuse plus analogue à celle du lignite pyriteux en combustion qu'à celle de l'hydrogène sulfuré.

---

(1) Ann. Sc. Nat. XXIV, 1831, p. 103.

(2) Mém. Soc. Géol. Fr., 1re sér., II, p. 91; 1835

Le 26 septembre, le vent étant contraire et la mer très grosse, nous fûmes obligés de nous éloigner [1]. Dans la nuit du 26 au 27, nous fûmes assaillis par une tempête affreuse. Je passai cependant la nuit dans les bastingages, enveloppé dans mon manteau et me tenant aux cordes ; et malgré un malaise bien grand, je ne cessai d'avoir les yeux fixés sur le volcan dans l'espoir d'y découvrir un indice d'éruption.

Le 27 au matin, nous parvînmes à nous rapprocher malgré la mer très houleuse. Vers midi, nous étions à 8 milles environ, alors nous tournâmes l'île et nous pûmes prendre un grand nombre de vues sous différents aspects. Elle paraissait comme une masse noire solide, ayant tantôt la forme d'un dôme surbaissé dont la base était triple de sa hauteur, tantôt, celle de deux collines inégales séparées par un large vallon ; ses bords s'élevaient à pic, à l'exception d'un côté où la vapeur sortait avec le plus d'abondance ; celle-ci s'échappait visiblement de la surface de la mer elle-même à une assez grande distance.

Le 28 au matin, nous pûmes approcher jusqu'à deux milles, et voir alors distinctement que la vapeur s'élevait non seulement de la mer, mais encore d'une cavité séparée de celle-ci par un bord très mince du côté du sud.

Bien que tout nous fit craindre que nous ne puissions aborder parce que, à la distance où nous étions, nous voyions la mer briser avec une grande violence, sur toute la circonférence de la falaise à pic, je demandai au capitaine de faire une tentative. Un autre motif d'appréhension était la couleur d'un jaune verdâtre de l'eau qui entourait l'île, couleur qui contrastait avec celle d'un bleu indigo de la pleine mer et qui semblait annoncer soit des écueils, soit

(1) Ce même jour, F. Hoffmann essaya d'aborder à l'île pour la deuxième fois, mais la mer ne le lui permit pas.

des courants rapides, dans une eau modifiée par l'action volcanique souterraine.

A midi, la mer étant un peu tombée, le capitaine voulut bien faire mettre un canot à notre disposition.

Il en confia le commandement à M. Fourichon, son second, lieutenant de frégate, et à M. Prouleroy, élève de 1re classe. Je m'embarquai avec M. Joinville, et conduit à la rame par huit matelots expérimentés et courageux, en moins d'une heure, nous arrivâmes sur les brisans ; nous reconnûmes alors que ceux-ci étaient produits par la lame qui venait frapper avec force contre une plage

Fig. 26. — *Ile Julia au moment du débarquement de Constant Prévost.*

A Point de débarquement.
B Bord sud de l'îlot couvert d'efflorescences sulfureuses.
C Bord du cratère intérieur faisant une légère saillie.
D Plan incliné et concave s'élevant jusqu'au sommet de l'île.
E Endroit de la plage d'où sortent des vapeurs.

courte et terminée brusquement par une pente rapide et non par des roches solides ; l'eau vert-jaunâtre, dans laquelle nous étions et qui était couverte d'une écume rousse, avait une saveur sensiblement acide, ou moins amère que celle de la grande mer. Sa température était aussi plus élevée, mais de quelques degrés seulement, 21° à 23°. Nous sondâmes à environ 30 brasses du rivage et nous trouvâmes le fond à 40 ou 50 brasses ; nous nous étions dirigés vers le seul point où, de la surface de l'île, on put descendre par une pente douce vers la mer (fig. 26).

La mer était trop agitée pour permettre un débarquement ; nous n'étions qu'à 40 brasses du rivage, je pus me convaincre qu'au moins pour la partie que nous avions sous les yeux, l'île était formée de matières meubles et pulvérulentes : cendre rapilli, scories, qui étaient retombées, après avoir été projetées en l'air pendant les éruptions.

Je n'aperçus aucun indice de roches solides soulevées ; mais je reconnus bien distinctement l'existence d'un cratère en entonnoir presque central, duquel s'élevaient d'épaisses colonnes de vapeur et dont les parois étaient enduites d'efflorescenses salines blanches.

Nous allions nous éloigner avec le regret de ne pouvoir emporter au moins quelques échantillons de ce sol, si nouveau et si effrayant, lorsqu'un matelot proposa d'aller à la côte à la nage ; on l'attacha avec la ligne de sonde et en quelques minutes, après avoir disparu d'abord sous la lame et dans la vapeur épaisse qui s'en échappait, il arriva sain et sauf sur la plage ; il nous fit signe que celle-ci était tellement brûlante, qu'il ne pouvait y tenir les pieds. M. Fourichon ne put résister au désir d'aller chercher lui-même des échantillons, il se jeta à la nage et fut suivi par M. de Prouleroy et un second matelot qui emporta avec lui un panier, un marteau et une bouteille. Je regrettai bien vivement de n'être pas assez bon nageur pour pouvoir suivre un pareil exemple ; je restai dans le bateau et, malgré ses mouvements brusques, nous fîmes, M. Joinville et moi, quelques croquis.

Nos intrépides compagnons s'élevèrent jusqu'au bord du cratère, marchant sur des sables et des scories brûlantes et au milieu des vapeurs qui s'échappaient du sol ; il nous annonçèrent que ce cratère était rempli d'une eau roussâtre et bouillante, formant un lac d'environ 180 pieds de diamètre ; enfin, ils revinrent à bord après avoir fait passer, au moyen d'une corde, un panier d'échantillons.

On n'avait vu que des cendres et des scories ; cependant, parmi les morceaux rapportés, je reconnus un fragment de calcaire blanc, ayant tous les caractères de la dolomie ; je conçus dès lors l'espoir de trouver quelques roches soulevées et modifiées par l'action volcanique et je me décidai à tenter une nouvelle expédition, le lendemain, si la mer le permettait.

Dans la nuit du 28 au 29, nous fûmes portés par des courants vers les côtes de Sicile et nous nous trouvâmes le matin à plus de 6 milles du volcan, sans pouvoir en approcher d'avantage, le calme étant survenu.

Un canot fut de nouveau mis à la mer vers 10 heures. J'avais fait mes préparatifs, fait disposer des flacons, des bouteilles, des boîtes de fer-blanc ; nous prîmes des thermomètres et une machine faite à bord pour puiser de l'eau à différentes profondeurs.

En conséquence, nous préparâmes une planche de 2 pieds de long ; sur la partie moyenne peinte en blanc, j'écrivis moi-même :

ILE JULIA
ÉTAT-MAJOR DU BRICK LA FLÈCHE
MM. CONSTANT PRÉVOST, PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A PARIS,
JOINVILLE, PEINTRE,
27, 28, 29 SEPTEMBRE 1831

Sur l'un des bouts de cette planche, nous fîmes clouer une bande de drap rouge et une autre de drap bleu à l'autre extrémité.

Pendant les journées des 26, 27 et 28, le Capitaine Lapierre avait relevé avec soin la position de l'île. Il la trouva :

Latitude 37° 10'50"
Longitude 10° 22'8"

Cette position ne correspondait pas à celle du banc sous-marin appelé *Secca del Corallo* par les pêcheurs

siliciens et baptisé, on ne sait pourquoi, de l'appellation de *Nérita* dans la carte de Smith. Constant Prévost jugea que l'on ne devait pas conserver ce nom, le seul qu'il connut ; il inventa avec ses compagnons le nom de Julia, parce que l'apparition avait eu lieu dans le mois de juillet.

On calcula que la distance du nouveau volcan à Pantellaria était de 43 milles (80 kilom.) et à Siacca de 26 milles (48 kilom.)

La hauteur de l'île fut estimée à 69 m. 86 et sa circonférence à 700 mètres environ.

Cette fois le capitaine confia la conduite de l'expédition aux deux officiers qui n'avaient pas pris part à la première, MM. Aragon et Barlet, lieutenants de frégate ; MM. de Franlieu, élève de 1re classe, Baud, chirurgien-major, Dérussat, commissaire, nous accompagnèrent, et nous fûmes conduits par le maître-canonnier et huit matelots d'élite, parmi lesquels se trouvaient les deux qui avaient été à terre, le jour précédent.

Nous mîmes deux heures à traverser l'espace qui séparait le brick du volcan. Une embarcation d'un bâtiment qui était au large venait d'en faire le tour sans avoir débarqué. Nous hissâmes le pavillon français en tête de notre frêle nacelle et nous nous encourageâmes à ne pas reculer.

A un mille nous commençâmes à traverser des courants d'eau jaunâtre, dont je remplis quelques bouteilles et pris la température. Des courants de pareille couleur semblaient partir comme des rayons d'une zone semblable qui entourait l'île. La sonde nous donna 40, 50, 60 brasses dans ces eaux, en approchant de l'île jusqu'à 200 pieds du bord.

Nous nous trouvions un peu à droite du point où le premier débarquement avait eu lieu. Nous étions tous

disposés à gagner le rivage en nageant ; je désirais me faire attacher et tirer à terre par un matelot qui m'aurait précédé.

Après en avoir délibéré, nos officiers pensèrent que, mieux que le jour précédent, on pourrait tenter d'aborder. Nous avançâmes jusqu'à la lame, un homme se jeta à l'eau pour porter un grapin à terre et, profitant avec adresse du flot qui poussa la barque sur le rivage, les matelots se précipitèrent pour la retenir et la mettre à sec sur la plage. Nous en fûmes quitte, Joinville et moi, pour entrer dans l'eau jusqu'à la ceinture.

Vainqueurs de Neptune, nous n'avions plus que Pluton à craindre. Il était une heure et demie, nous devions être rentrés à bord au coucher du soleil. Le brick était à trois lieues, il nous fallait au moins deux heures de marche pour l'atteindre, enfin deux heures nous restaient à consacrer à nos observations sur ce petit coin de terre qui nous amenait de si loin : nous nous distribuâmes les rôles.

MM. Aragon et Barlet se chargèrent de mesurer la circonférence de l'île qu'ils trouvèrent être d'environ 700 mètres sur 70 de hauteur. Le docteur Baud fit toutes les expériences thermométriques ; M. de Franlieu fit sonder dans le cratère et puiser de l'eau aux diverses profondeurs et sur les différents bords, M. Joinville se mit à faire des dessins.

Enfin, M. Derussat fit hisser le pavillon tricolore sur le point le plus élevé de l'île et fixer l'écriteau que nous avions préparé, non pour prendre possession (1) par une vaine et ridicule cérémonie, d'un tas de cendres surgi au milieu des mers, mais pour constater notre présence, et pour apprendre à ceux qui viendraient après

(1) Ils ignoraient alors la prise de possession par le capitaine Senhouse et ils ne trouvèrent rien sur l'île annonçant que d'autres personnes y avaient débarqué.

nous, que la France et son gouvernement ne laissent échapper aucune occasion de montrer l'intérêt qu'ils prennent aux questions scientifiques, dont la solution peut étendre le domaine des connaissances positives.

Deux matelots m'accompagnant, je me mis en devoir de parcourir tous les points de notre îlot pour rechercher surtout, si en quelque endroit, des matières appartenant au fond de la mer n'auraient pas été soulevées ou projetées.

Fig. 28. — *Disposition en stratification entrecroisée des cendres et des scories de l'île Julia*

Après avoir gravi la plus haute cime au milieu des scories brûlantes, après avoir fait deux fois le tour entier au pied des falaises, je fus assuré que ce monticule dont la base est à cinq ou six cents pieds dans la mer, était entièrement composé, comme je l'avais présumé le 28, de matières pulvérulentes, de fragments de scories de toutes les dimensions, jusqu'à celle de deux pieds cubes, au plus.

Je trouvai quelques blocs dont le centre, très dur, avait l'aspect et la consistance de la lave; mais ces masses globulaires avaient été projetées.

Le cratère est un cirque en entonnoir presque régulier dont tous les bords sont inclinés suivant une pente d'environ 45°. Dans les coupes latérales produites par les éboulements, on distingue que la stratification est parallèle à

cette ligne de pente, tandis que du côté extérieur les mêmes matériaux sont disposés dans un sens opposé (1).

Le centre du cratère est occupé par un petit lac qui n'est pas parfaitement circulaire, étant plus large de l'E. à l'O. que du N. au S. De ce dernier côté on peut distinguer un petit bassin qui ne communique avec le grand que par une ouverture de 4 à 5 pieds et qui en est séparé par une digue de scories rousses. La largeur du grand bassin est de 140 à 150 pieds et celle du petit de 25 pieds. La température de l'eau mesurée plusieurs fois est de 95° sur la rive nord et de 98° sur la rive sud.

Fig. 29. — *Vue des falaises de l'île Julia du côté nord*

Quant à la coupure à pic des falaises, il est facile de voir qu'elle est l'effet postérieur d'éboulements causés soit par des secousses imprimées au sol, soit plus probablement par l'action des flots qui, entraînant les matières meubles, ont successivement miné les bords ; ceux-ci se trouvant en surplomb sont tombés ; tous les jours ils se dégradent, et c'est déjà aux dépens des éboulements qu'il s'est formé autour de l'île une plage, sorte de bourlet de 15 à 20 pieds

(1) On voit que Constant Prévost avait parfaitement reconnu la stratification quaquaversale propre aux cratères volcaniques. Dans ses notes, il dit que, dans les coupes de la falaise, les cendres et les lapillis forment des lits nombreux déposés de la même manière que le gravier dans les alluvions, c'est-à-dire qu'il ne sont pas constamment parallèles, un lit prenant plus d'épaisseur d'un côté que de l'autre, l'inclinaison change et devient quelquefois opposée à ce qu'elle était un peu avant (fig. 28).

de largeur, qui se termine brusquement en pente dans la mer [1].

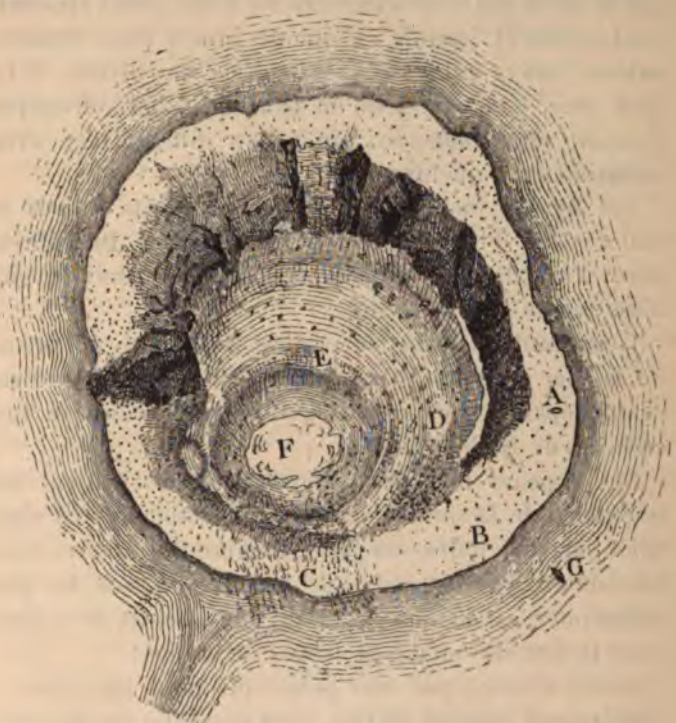


Fig. 29. — *Plan de l'île Julia fait le 29 septembre à vol d'oiseau, par Constant Prévost*

A Point du débarquement.
B Plage.
C Portion de la plage d'où sortent des vapeurs.
D Plan incliné et concave s'élevant jusqu'au pont le plus haut de l'île.
E Bord du cratère intérieur faisant un léger bourrelet.
F Bassin rempli d'eau chaude.
G Point du débarquement le 28.

(1) Il sut plus tard que la tempête qu'il venait de subir le 26 avait déterminé un éboulement considérable des bords de l'île et en avait complètement changé la forme. Toute la partie de l'île qui correspondait à la direction du Levant avait disparu.

D'après la manière de voir que je viens d'exposer, on comprend que les éboulements continuant à avoir lieu par la cause qui les produit tous les jours, l'île s'abaissera graduellement jusqu'à ce qu'une grosse mer, venant à enlever tout ce qui reste au-dessus de son niveau, il n'y aura plus, à sa place, qu'un banc de sable volcanique, d'autant plus dangereux qu'il sera difficile d'en avoir connaissance à quelque distance.

Les figures font assez voir que les bords actuels du cratère sont d'inégale hauteur et épaisseur. Du côté du nord, l'élévation est d'environ 200 pieds, tandis qu'elle n'est que de 30 à 40 au sud.

L'eau contenue dans le cratère paraît être au niveau de la mer ; elle est d'un jaune orangé, couverte d'une écume épaisse ; les scories qui bordent ce bassin sont enduites de fer hydroxidé.

Des vapeurs blanches s'élèvent continuellement non seulement de la surface de l'eau qui semble être en ébullition, mais de tout le sol par de nombreuses fissures. C'est surtout du côté du sud que ces vapeurs sont les plus abondantes, et, comme je l'ai dit, elles sortent de la plage et de la mer elle-même en dehors du cratère.

Aussi, n'est-ce pas sans peine que nous parvînmes à faire le tour complet de l'île [1] en passant à travers cette étuve de vapeurs brûlantes et parfois seulement suffo-

---

(1) Je fis avec difficulté le tour intérieur du cratère ; les cendres et les scories s'éboulaient sous mes pieds et leur température, jointe à celle des vapeurs, était insupportable. Arrivé au côté S. O., j'étais arrêté un instant par l'épaisseur de celle-ci et par une forte odeur de soufre. Je poursuivis cependant accompagné de MM. de Franclieu, Baud et de deux matelots. Pendant un espace d'environ 15 à 50 pieds, nous étions dans un bain de vapeurs suffocantes qui donnaient des nausées à plusieurs d'entre nous Notre corps était couvert d'une sueur abondante (Journal de voyage).

cantes, car l'odeur sulfureuse n'était pas toujours sensible, lorsque nous étions au centre de la colonne de vapeurs. Dans un espace qui peut avoir 50 ou 60 pieds de long, le sable noir de la plage est véritablement brûlant.

Le thermomètre indiquait sur le sol baigné par la mer à chaque flot, une température de 81 à 85° c. L'eau qui restait dans les dépressions semblait bouillir, mais, en y plongeant la main, je ne la trouvai pas assez chaude pour qu'elle pût être en réelle ébullition. Enfonçant ma main à quelques pouces dans le sable brûlant de la surface, je le trouvai frais ; dans une de ces expériences, l'un de mes doigts s'étant trouvé sur le trajet d'une bulle de gaz ou de vapeur, qui, visiblement, était partie d'une grande profondeur, je fus vivement brûlé et convaincu que l'ébullition était produite par des bulles qui venaient de l'intérieur de la terre. Chacune d'elles projetait, même avec une légère détonation, du sable et des grains volcaniques, représentant autant de petits cratères d'éruption. Parmi ces milliers de volcans en miniature, j'en fis remarquer un qui servit à donner à mes compagnons de voyage une idée de la manière dont l'île Julia avait été formée. Il avait environ un pied de diamètre, c'est-à-dire que le sable et les scories lancés continuellement par lui jusqu'à 2 pieds de haut, avaient formé autour de sa bouche d'éruption une sorte de taupinière d'un pied de base sur 5 à 6 pouces de hauteur, je fis ébouler les parois extérieures de ce cône et j'en fis un cratère semblable à l'île Julia.

Je cherchai en vain à enflammer le gaz qui s'échappait ainsi du sol ; il me parut sans odeur ; mais, à quelques pas de distance, des vapeurs sulfureuses sortaient du grand cratère, et déposaient du soufre et du muriate de soude sur les parois environnantes.

Je recueillis tous les échantilllons importants, et je

pris de l'eau dans des bouteilles qui ont été cachetées de suite.

J'avais promis une prime aux matelots qui m'apporteraient des cailloux blancs ou jaunes et des coquilles ; j'ai rassemblé plusieurs des premiers et j'en ai trouvé moi-même mêlés avec les produits volcaniques : ils sont altérés et ils ont été projetés du fond avec les scories.

Tout me porte à croire que ce volcan a produit des coulées de laves sous-marines, et si, comme cela est présumable, l'apparition du cratère d'éruption a été précédée du soulèvement du sol qui paraît avoir été de 5 ou 600 pieds au-dessous du niveau de la mer, il doit exister autour de l'île Julia une ceinture de rochers soulevés qui seraient le bord du cratère de soulèvement ; peut-être cette nouvelle disposition du sol est-elle la principale cause de la coloration particulière en vert jaunâtre des eaux de la mer à une assez grande distance de l'île, et des courants qui se manifestent autour, et qui n'existaient pas avant l'apparition du phénomène volcanique.

Enfin, il fallut descendre, le signal du départ était donné ; il était temps, car la mer devenue plus forte, menaçait de remplir notre bateau et de l'entraîner. Grâce au sang-froid et à l'habileté de nos jeunes officiers, à l'obéissance courageuse de nos matelots, une manœuvre rapide nous fit repasser la barre sans accident. En deux heures nous atteignîmes le brick. »

En quittant l'île Julia, Constant Prévost et le Capitaine Lapierre avaient l'intention d'y revenir après avoir visité la Sicile et les îles Lipari ; mais à Palerme, ils apprirent que l'île n'existait plus.

Le 26 octobre, le vapeur français, le *François 1er*, l'avait visitée. Il n'avait plus trouvé qu'une terre basse, au milieu de laquelle s'élevait une petite colline isolée de 20 mètres de hauteur ; un bassin plein d'eau bouillante marquait la place de l'ancien cratère.

Le 7 novembre, la colline se voyait encore ; mais un mois plus tard, elle avait disparu. Un officier du génie, envoyé par le gouvernement Sicilien (1) pour lever le plan de l'île ne trouva plus que l'écume des vagues qui se brisaient sur un banc sous-marin.

Le 12 janvier, l'Amiral Hugon chercha en vain la place de Julia, et lorsqu'en février, M. de Franclieu revint avec Constant Prévost à Siacca dans le but d'aller faire des sondages sur l'île qu'ils avaient visitée, ils ne purent en retrouver exactement l'emplacement.

Constant Prévost ne fut pas le seul savant qui étudia l'île Julia. Au moment de l'éruption, il y avait en Italie une mission scientifique allemande composée de Fr. Hoffmann, professeur de géologie à l'Université de Halle, Escher de la Linth de Zurich, Philippi de Berlin et le Docteur Schültz.

Ces savants n'eurent pas plûtot reçu à Palerme, la nouvelle de l'apparition de l'île Julia, qu'ils s'empressèrent d'y aller. Ils trouvèrent l'éruption en pleine activité et, sous le rapport volcanique, leur récit (2) est plus intéressant que celui de Constant Prévost.

Arrivés à Siacca le 23 juillet, il virent distinctement la grande masse de fumée qui s'élevait à l'horizon. Le soir on distinguait une lueur rougeâtre au milieu de la fumée. On entendait des bruits ressemblant à une longue canonnade, qui se continuait parfois pendant un quart d'heure.

Le 24, ils louèrent une barque et allèrent à l'île sans pouvoir y débarquer. Ils s'en approchèrent de 8 milles. Ils estimèrent son diamètre de l'est à l'ouest à 800 pieds

---

(1) La possession de Julia avait fait l'objet d'un échange de notes diplomatiques entre les gouvernements sicilien et anglais. Ce dernier avait cédé, lorsqu'il fut convaincu que l'île n'aurait qu'une existence éphémère.

(2) Annalen der Physik und Chemie herausgegeben zu Berlin, von J. C. Poggendorff, t. 24, p. 65. 1832.

et son altitude à 60 pieds. Il en sortait avec une rapidité incroyable et sans interruption des masses épaisses de fumée blanche, que l'on pouvait comparer à des balles de coton. De deux en deux minutes, la colonne de fumée était traversée d'un jet de scories et de cendres noires qui s'élevaient jusqu'à 600 pieds et qui retombaient sur les bords du cratère et dans l'eau. Ils n'entendirent alors que peu de bruit, point d'explosion, simplement le fracas des pierres lancées l'une contre l'autre, et une sorte de roulement analogue à celui de la grêle, produit par la chute des scories et des cendres.

De temps en temps, un éclair paraissait comme une grande lueur à l'intérieur de la colonne noire et se dirigeait avec l'aspect accoutumé de zig-zag dans toutes les directions possibles. Les éclairs ne sortaient pas du cratère ; ils étaient toujours suivis de forts coups de tonnerre. Ce furent les seuls phénomènes lumineux qu'ils purent observer et, bien qu'ils passassent une nuit près du volcan, ils ne découvrirent aucun vestige de cette rougeur lumineuse que l'on trouve si souvent au Vésuve.

Le lendemain, le volcan était presque calme, néanmoins ils ne purent pas débarquer. A leur retour à Siacca, ils virent encore les lueurs rouges et entendirent le bruit de la canonnade. C'étaient donc des phénomènes que l'on ne percevait que de loin.

Le 10 août, C. Gemellaro, professeur à l'Université de Catane, arriva à Siacca avec son frère Antoine et le Père Gallo, dominicain. Ils restèrent pendant dix heures en vue de l'île sans pouvoir débarquer. Le sommet du volcan atteignait alors environ 100 pieds. Le cratère présentait vers le nord une ouverture qui communiquait avec la mer.

A chaque explosion, l'eau en était chassée et rentrait aussitôt après. Gemellaro dit que si la force des explosions

a toujours été aussi grande que pendant les douze heures qu'il resta près du volcan et pendant les quatre jours qu'il l'a observé de loin, il ne croit pas qu'un homme au monde puisse approcher du cratère.

A partir du 15 août, le volcan commença à s'apaiser. Le 19, il reçut la visite de M. Osborne (1), chirurgien du vaisseau anglais *le Gange*. Le cratère était fermé du côté de la mer, il n'en sortait plus que des vapeurs qui excitaient des nausées.

Le 25 août, plusieurs Siciliens de Siacca, accompagnés d'un voyageur anglais, Weight, se rendirent à Julia. Les éruptions avaient complètement cessé et l'île était à peu près dans le même état que la vit Constant Prévost.

Le 26 septembre, au moment même où le brick *La Flèche* arrivait en vue de Julia, Hoffmann et ses compagnons s'embarquaient à Marsala sur une barque de pêcheur allant à la rame et se dirigeaient pour la seconde fois vers le volcan. Une nouvelle tempête de siroco les empêcha encore de débarquer, mais ils approchèrent assez près du côté nord, où ils étaient à l'abri, pour que les rames pussent toucher le sable volcanique. Ils firent le tour de l'île. Leurs observations furent conformes à celles que Constant Prévost fit le lendemain.

Comme lui, ils constatèrent que l'île est formée uniquement de débris volcaniques meubles, cendres et scories sans laves ; comme lui, ils reconnurent la disposition quaquaversale, du côté du S. O. où les parois de l'île étaient escarpées, Escher de la Linth fit une esquisse très intéressante qui porterait à supposer, contrairement à l'observation positive de Constant Prévost, que l'île avait deux cratères (2).

---

(1) Gazette de Malte 25 août 1831.

(2) Loc. cit., pl. 11, fig. 5.

Pour obéir aux instructions que l'Académie lui avait données et surtout pour se conformer aux recommandations de Humboldt, Constant Prévost ouvrit à Malte et en Sicile une enquête sur les faits qui avaient précédé et accompagné l'éruption de l'île nouvelle.

Plusieurs pêcheurs de Siacca lui dirent que, dans les premiers jours de juin, ils avaient vu au fond de la mer et aux environs de la *Secca del corallo*, des mouvements extraordinaires qu'ils attribuaient à des combats de poissons ou à des courants. Le 23 et le 26 juin, on éprouva à Siacca de légers tremblements de terre ; le 28, il y eut une secousse plus forte.

Le prince de Pignatelli se trouvait alors à Menfi, à 4 lieues de Siacca. Voilà comment il s'exprime dans une lettre à Constant Prévost.

« Je sentis sous mes pieds une secousse qui me parut ondulatoire et tremblante ; elle paraissait venir du point où la voûte céleste se réunit à la mer ; elle était accompagnée d'un retentissement très profond, comme si un abîme immense existait sous le sol. »

« A Menfi, les maisons ne furent pas ébranlées, ce qui surprit beaucoup, parce que tout le monde croyait avoir éprouvé les effets d'un violent tremblement de terre. Les habitants de Menfi attribuèrent ces secousses et le bruit qu'ils entendaient à une forte canonnade qui aurait eu lieu en Afrique. »

« Ces mouvements continuèrent presque sans interruption les jours suivants... Il me semblait que je me trouvais sur le couvercle d'une chaudière d'eau qui bouillonnait fortement et je ne savais d'où pouvaient venir ces nouveaux et curieux phénomènes. »

Le 28 juin, deux bâtiments anglais passant non loin de l'endroit où apparut plus tard le volcan, éprouvèrent un choc comme s'ils venaient de toucher.

Du 29 juin au 2 juillet, on ressentit, sur plusieurs points de Sicile, de fortes secousses souvent accompagnées de bruits plus ou moins forts. Les pêcheurs observèrent à peu de distance de la *Secca del corallo*, de violents mouvements d'eau et de nombreux poissons morts. Quelques poissons nommés *Cirengole* du poids de 50 livres furent vendus non seulement à Siacca, mais à Palerme. Ils avaient été pris à demi-vivants et comme engourdis près de la *Secca del corallo*.

Le 8 juillet, le capitaine Francesco Tefiletti [1] qui commandait le brigantin sicilien, *Le Gustave*, passant dans ces parages, entendit des détonations dont il ne pouvait pas se rendre compte. En approchant du point d'où elles paraissaient provenir, il aperçut un nuage épais qui s'élevait à la surface de la mer. La curiosité le fit avancer plus près. Il vit alors distinctement l'eau de mer qui s'élevait pendant quelques minutes, sous la forme d'une colonne surmontée d'un nuage de fumée, et qui retombait ensuite, en faisant bouillonner l'eau tout autour. Il estima la hauteur du jet à 100 palmes (36^{m}). Il s'arrêta 5 heures à contempler ce spectacle qui, pendant ce laps de temps, se renouvela 10 à 12 fois.

Le 10 juillet, le bâtiment napolitain, *La Thérésine*, capitaine Giovanni Corrao, observa le même phénomène, et le prince Pignatelli l'aperçut aussi des côtes de Sicile. C'était un homme instruit qui avait fait ses études en France, et qui, par hasard, fut témoin d'un des phénomènes géologiques les plus importants qu'il soit donné à l'homme de voir. Il remit à Constant Prévost, la narration suivante, qui est en grande partie inédite.

« Le 10 juillet, dès qu'il fit jour, je vis s'élever du côté du S.-O., sans bruit, ni retentissement, une colonne de vapeur

(1) Giornale delle due Sicilie, 9 agnosta 1831.

que je pris pendant quelque temps pour une trombe marine; mais, après 7 heures, la voyant tantôt monter, tantôt descendre très violemment et s'obscurcir en prenant une couleur platine, gris roux, formant bientôt des globes de fumée qui montaient les uns sur les autres, je me convainquis que ce n'était pas une trombe marine, comme je le croyais, mais je ne pouvais pas deviner ce que ce pouvait être. Je restais toute la journée sur le rivage et je regardais avec toute mon attention jusqu'à 7 h. 1/2 après-midi, étonné de ce spectacle nouveau, étourdi de ce qui arrivait et je restais plongé dans de profondes réflexions, de sorte qu'on croyait que j'avais perdu la tête.

Quand la brume fut arrivée, je m'aperçus que cette colonne que j'avais vu grise, devenait de moment en moment entièrement rouge. Lorsqu'il fit tout à fait obscur, le ciel donnait les effets d'une éruption volcanique avec des éclairs de différentes formes, des couleurs et des feus continuels, comme ce qui se produit ordinairement au Vésuve, mais d'une manière singulière, sortant de la mer et offrant un spectacle nouveau que je n'avais jamais vu, d'autant plus que la colonne de fumée de ces éruptions en se réfléchissant dans les eaux en faisait paraître une autre horizontale au niveau de la mer.

Je restai toute la nuit les yeux fixés sur ce spectacle, voyant de temps en temps s'accroître le feu et les éclairs enflammés, aussi bien que le bruit. Les matières ignées s'élevaient vers le ciel, en formant pour ainsi dire ce que les Français nomment un bouquet d'artifice.

Le jour suivant, 11 juillet, quoique le ciel fut moins obscur et le soleil plus brillant, cependant, je continuais à observer le feu, mais je ne pus reconnaître s'il y avait au pied de la colonne de vapeur une base de terre ou si c'était une éruption sous-marine.

En conséquence, je crus bon de me rendre en barque

sur les lieux et bien que j'eus beaucoup de peine à trouver quelques gens qui voulurent m'y conduire, je m'embarquai à la fin sur un bateau et fit rame vers le volcan.

L'envie d'arriver rapidement, me fit sentir davantage la peine du voyage qui fut d'environ 20 milles (37 kil.); mais l'impatience, la peine, le désagrément, tout fut compensé par le plaisir d'avoir été le premier qui eut la hardiesse d'approcher d'un point si intéressant, si incertain et qui pouvait faire du bruit dans le monde.

Arrivé à une certaine distance, je fus contraint de m'arrêter par la crainte de l'eau qui bouillait comme un pot-au-feu et je dus reculer à cause de la chaleur excessive et de quelques mouvements irréguliers et convulsifs du bateau comme s'il était secoué par dessous.

En retournant, je vis flotter quelques poissons morts d'une grosseur considérable ; je vis aussi sur l'eau des lapillis et des ponces de couleur jaune, verte, noire et rouge, semblables à celles que rejette le Vésuve. Enfin, ne me trouvant pas en sûreté, tant par l'odeur suffocante et sulfureuse que par l'ébranlement du bateau, qui était continuel, je me retirai à un demi-mille en arrière, pour ne pas subir la destinée de Pline.

De là, j'observais que de temps à autre, il s'élevait des matières ignées, bitumineuses, sulfureuses, métalliques, argileuses et lapilleuses, des masses de pierre noire, de la fumée épaisse et de différentes formes avec des bruits de tonnerre ; puis les eaux s'élevaient et retombaient avec un bruit semblable à une cascade. De tous les points, l'éruption se présentait à moi d'une manière différente, formant aux yeux du spectateur des vues admirables, telles qu'on n'en avait jamais observées, non seulement par la variété des couleurs agréables, mais aussi par le roulement continuel de globes de fumée qui s'élevaient à l'altitude de 80 palmes (21 mètres) et plus et dont les masses de vapeur,

qui étaient au centre, portaient une belle couleur de rose ou de bleu avec les bordures dorées, comme ont coutume de peindre idéalement les peintres de théâtre, pour les nuages du Parnasse.

Le bruit était semblable à un bruit de tonnerre accompagné de grêle, dû aux lapillis qui tombaient comme cela se voit à Naples dans les éruptions. Enfin tout avait de l'horreur, du nouveau, du féerique, du bizarre, du surprenant.

Quelques autres petites éruptions apparaissaient à l'entour et s'élevaient à la hauteur d'environ 8 palmes ($2^{m}10$) comme celle de Malacubba. On n'y voyait pas de feu, mais seulement de l'eau et de la fumée jaunâtre et on ne voyait pas s'il y avait une base terrestre.

La satisfaction que j'ai éprouvée à être, moi le premier, à voir ce nouveau phénomène de la nature, le plus beau du siècle, était inexprimable ; et si les marins, faute de vivres et par crainte, ne m'avaient pas fait retourner par force, je serais bien encore resté plusieurs jours, content de jeûner pour ne pas perdre de vue ce magnifique spectacle.

Arrivé sur le rivage, j'ai pensé à écrire la présente note non comme le ferait un savant et un pédant, mais seulement comme un simple observateur et je me proposais de retourner au volcan dans un temps meilleur avec toutes les commodités nécessaires et des instruments trigonométriques. »

On peut juger, d'après ce récit, que le 11 juillet, l'île n'existait pas encore. Mais le 16 juillet, à son retour de Girgenti, le Capitaine Corrao de la *Thérésine* aperçut, dit-il, une île haute de 12 pieds avec un cratère et de la lave incandescente. Ce dernier point est douteux, car, quand on a exploré la nouvelle île, on n'y a pas trouvé de coulée de lave.

Plusieurs autres marins virent aussi l'éruption. Le Capitaine Prospera Schiaffina de la bombarde sarde *Sainte-Anne*, en porta la nouvelle à Malte [1]. D'après son récit, la fumée était divisée en trois colonnes distinctes.

Les phénomènes lumineux qui furent observés dans l'atmosphère au moment de l'éruption sont intéressants à signaler en raison de leur analogie avec ceux que l'on vit en Europe une année après l'éruption du Krakatoa et que l'on attribua à la dissémination des poussières volcaniques dans les hautes régions de l'atmosphère.

Voici un extrait d'une lettre écrite à Constant Prévost par Miss Humphry, dont le frère, directeur de l'établissement Woodhaus à Marsala, avait visité le volcan, le 26 juillet.

« Mercredi 9 août, le soleil avait une apparence extraordinairement étrange. Une heure à peu près avant son coucher, il avait l'apparence d'une lune blanche. Nous l'examinâmes au télescope et nous pûmes très clairement apercevoir 11 taches, quelques-unes plus grandes, quelques-unes plus petites. Une était particulièrement grande et presque dans le centre.

Dans la soirée du 10, le soleil eut la même apparence extraordinaire et une demi-heure après qu'il fût couché, la soirée devint entièrement lumineuse avec un rayon soudain de lumière comme si le soleil allait revenir en arrière ; j'étais à cheval dehors et je sentis beaucoup de frayeur.

Dans la soirée du 11, le soleil eut la même apparence et il y eût une remarquable rougeur dans le ciel à l'endroit où il se coucha.

Dans la soirée du 12, l'apparence du soleil était extrêmement imposante. Une heure à une heure et demie

---

(1) *Le Courrier anglais* attribue la découverte de l'île au Capitaine Skinner, de la marine marchande.

après qu'il se fût couché, les cieux avaient l'apparence la plus étonnante que j'ai jamais vue. De la partie où le soleil s'était couché, la rougeur s'étendait jusqu'au-dessous de Marsala et nous fûmes tous frappés de terreur. En vérité, j'ai tremblé pour les conséquences ! Quoique ce fut le moment de la lune noire (nouvelle lune), la nuit était entièrement lumineuse. C'etait une espèce de rougeur jaunâtre indescriptible. Jamais je n'oublierai cette nuit horrible *(horrific)*. »

Ces phénomènes météoriques furent observés à Palerme, à Rome, à Florence et jusqu'à Genève.

A Palerme, dans la soirée du 12 août, sur la fin du crépuscule, parut une vive lumière de couleur roussâtre qui s'étendit du couchant vers le nord, jusqu'à la hauteur de 45°; elle disparut à neuf heures 1/2. Non seulement le crépuscule du soir était prolongé, mais celui du jour était anticipé.

Les astronomes de Florence remarquèrent que cette lueur crépusculaire paraissait plus vive quand l'atmosphère était remplie de vapeurs. Le 13, un vent du N.-E. ayant complètement dissipé la vapeur, on ne vit plus les lueurs crépusculaires des jours précédents.

Le phénomène fut visible à Genève le 13, mais la lumière était très blanche, avec un tour rose ; elle alla en se dilatant jusqu'à ce qu'elle atteignit 40°.

Les roches de l'île Julia ou Ferdinandea ont été étudiées en 1883 par M. le docteur H. Foerstaer (1), à qui on devait déjà la carte géologique de l'île Pantellaria.

M. Foerstaer a reconnu que la lave de Julia est un basalte de la même nature que celui de l'Etna et celui

---

(1) M. Foerstaer. — Das Gestein der Insel Ferdinandea und seine Beziehungen zu den jungsten Laven Pantellarias und des Atnas. Minéralog. und. petrogr. Mittheil. TschermaK V. 1883.

des dernières éruptions de Pantellaria. Il admet que Ferdinandea et Pantellaria constituent un volcan complexe analogue à celui des îles Lipari.

Le travail de M. Foerstaer a été fait sur des échantillons provenant des Musées de Palerme, de Naples et de Strasbourg. Le premier avait été recueilli par C. Gemellaro; quant aux deux autres, leur provenance est ignorée.

Je ne puis pas taire une certaine tristesse patriotique, en pensant que la collection, rapportée par Constant Prévost, est enfouie dans les tiroirs du Muséum et qu'il n'est venu à aucun géologue français l'idée de l'étudier.

CHAPITRE IX

SICILE

En quittant l'île Julia, le brick la *Flèche* fit voile pour Malte. Constant Prévost y séjourna une semaine, du 10 au 16 octobre, dessinant beaucoup, prenant des coupes et des vues, visitant les collections.

Les résultats scientifiques qu'il y recueillit sont insérés dans une lettre écrite à Brongniart [1]. Il reconnut l'âge récent du sol de Malte, malgré sa ressemblance avec les terrains plus anciens.

« J'ai retrouvé ici les dépôts pélagiques contemporains des dépôts littoraux dont le crag de Norfolk, les faluns de Tourraine, du Cotentin, de Dax, etc., sont des exemples. »

« Aussi la pierre de Malte et les argiles, qui alternent avec les bancs calcaires, ont-elles par leurs caractères généraux, par leurs faciès, la plus grande analogie avec certaines parties des terrains secondaires, au point qu'un géologue, qui s'en rapporterait aux caractères minéralogiques des roches, pourrait se croire sur les côtes de la Normandie.

---

(1) Bull. Soc. Géol. France, II, p. 112.

Mais sous ces bancs presqu'entièrement composés de Polypiers, de Térébratules, de plusieurs espèces d'Oursins et même d'Encrines, il verrait des sables et des argiles qui enveloppent les coquilles subapennines *roulées*, de grandes dents de Squales, des os de Lamentins et peut-être même des Mammifères. »

Constant Prévost retrouva, oubliée dans un coin de la bibliothèque, la collection géologique faite par Dolomieu lorsqu'il était chevalier de Malte; il la mit en ordre, y prit par voie d'échange quelques fossiles qui lui manquaient, dessina ceux qu'il ne pouvait pas avoir et parvint ainsi à réunir une collection importante des terrains de Malte. Elle doit se trouver au Muséum d'Histoire Naturelle à Paris.

Le projet de Constant Prévost était de visiter les îles de La Pantellerie, de Limosa, de Lampedouze et de Lampione; mais on lui dit qu'il était impossible d'y aborder avec le brick et qu'il faudrait se soumettre au retour à une longue quarantaine. Il apprit de plus qu'Hoffmann venait de publier une notice sur La Pantellerie et qu'un botaniste, nommé Grusoin, avait recueilli des observations géologiques sur les petites îles de la côte d'Afrique ; que Limosa était volcanique, tandis que Lampedouze et Lampione étaient en calcaire semblable à celui de Malte [1]. Il renonça donc à son expédition incertaine.

Après avoir louvoyé pendant plusieurs jours, le long des côtes méridionales de la Sicile, le brick entra dans le port de Syracuse. Contre toutes ses prévisions, Constant Prévost eut à y subir une quarantaine de 21 jours, du 18 octobre au 2 novembre. Il paraît avoir supporté assez facilement ce contretemps comme en témoigne la lettre suivante :

---

(1) Ce qui n'empêche pas Poulett Scrope d'écrire en 1864 que ces îles sont entièrement volcaniques (Les volcans p. 347).

« Isolé au milieu de ce port célèbre, ayant en perspective le gigantesque Etna, que je voyais pour la première fois parcourant sans cesse de l'œil, avec une émotion curieuse, l'enceinte, aujourd'hui déserte, de l'une des plus grandes villes du monde, qui fut la demeure d'un peuple riche, nombreux et ami des arts, le siège de l'antique civilisation et le théâtre des plus insignes cruautés, apercevant ces Latomies, ces Epipoles, ces théâtres, ces vestiges de temple, ces fontaines, ces tombeaux, cette ombre d'Archimède enfin, vingt-et-un jours n'auraient pas été de trop pour méditer sur les souvenirs que retraçait à mon imagination ce tableau magique. J'aurais plutôt demandé à prolonger une illusion attachante et qui devait cesser au moment où, mettant le pied à terre, je ne trouverais, au lieu de la belle Syracuse, qu'une ville infecte, à peine peuplée de quelques malheureux hideux de misère et d'ignorance. Mais j'étais impatient d'interroger le sol, j'avais mis de l'ordre dans mes notes et dans mes collections, recueilli quelques poissons et mollusques; dans des promenades en bateau, j'avais pu seulement examiner la nature des terrains tertiaires les plus modernes, qui forment l'entrée du port. Nos autres courses avaient eu pour termes la fontaine Aréthuse et le cours de l'antique Anapé, dont les rives nourrissent encore le Papyrus. »

A Syracuse, Constant Prévost fut joint par un de ses amis, M. de Montalembert, qui ne le quitta plus. Ce fut là aussi qu'il prit comme valet de chambre un matelot de la *Flèche*, nommé Tambourini.

Après avoir visité les environs de Syracuse, il partit pour le cap Passaro dans l'intention d'étudier les volcans que l'on disait exister de ce côté. Il constata qu'il y a bien des roches volcaniques, mais que ces roches sont très

anciennes. Il se rendit alors à Catane par Modica, Sortino [1], Mellili [2], toujours à la recherche des alternances de roches volcaniques et de roches sédimentaires. A Mellili, il visita le gisement célèbre de dussodyle.

Pendant ce temps, le bâtiment était allé à Messine. Le capitaine Lapierre, MM. Baudet et Dérussat vinrent attendre Constant Prévost à Catane.

Il y arriva le 15 novembre. Ils visitèrent ensemble les îles Cyclopes et gravirent l'Etna, mais ce ne fut pas sans grandes difficultés. Le cône était alors couvert d'une neige épaisse. Quatre des voyageurs et un guide furent forcés par le froid et la raréfaction de l'air de s'arrêter au pied. Constant Prévost parvint jusqu'en haut. Il tenait essentiellement à atteindre l'ouverture du cratère, car c'était le premier volcan qu'il lui était donné d'observer. L'Etna était alors dans une période de repos. On ne voyait que d'épaisses vapeurs qui sortaient au milieu de la neige par les fentes du cratère. Constant Prévost inscrivit dans ses notes la ressemblance frappante de structure entre le cratère de l'Etna et le nouveau volcan méditerranéen. A Catane, il eut aussi l'occasion de causer avec le professeur C. Gemmellaro, qui avait visité l'île Julia au moment où l'éruption était la plus violente.

Le 22 novembre, Constant Prévost et ses compagnons rejoignirent le brick à Messine. En route, ils visitèrent Taormine, où ils virent des roches anciennes, triasiques ? (schistes et calcaires en couches verticales), recouvertes, à l'altitude de 200 mètres, par des strates horizontaux de gravier marin très moderne. C'est près de Taormine que Spallanzani avait signalé une roche qui se forme encore de nos jours et qui était exploitée pour meules. Constant

(1) Localité entre Syracuse et Vizzini.

(2) Localité près de la côte à l'E. de Scordia.

Prévost se rendit à l'endroit indiqué ; il vit bien des roches conglomérées très modernes en voie de formation ; mais il lui parut que la couche exploitée pour faire des meules était toute différente.

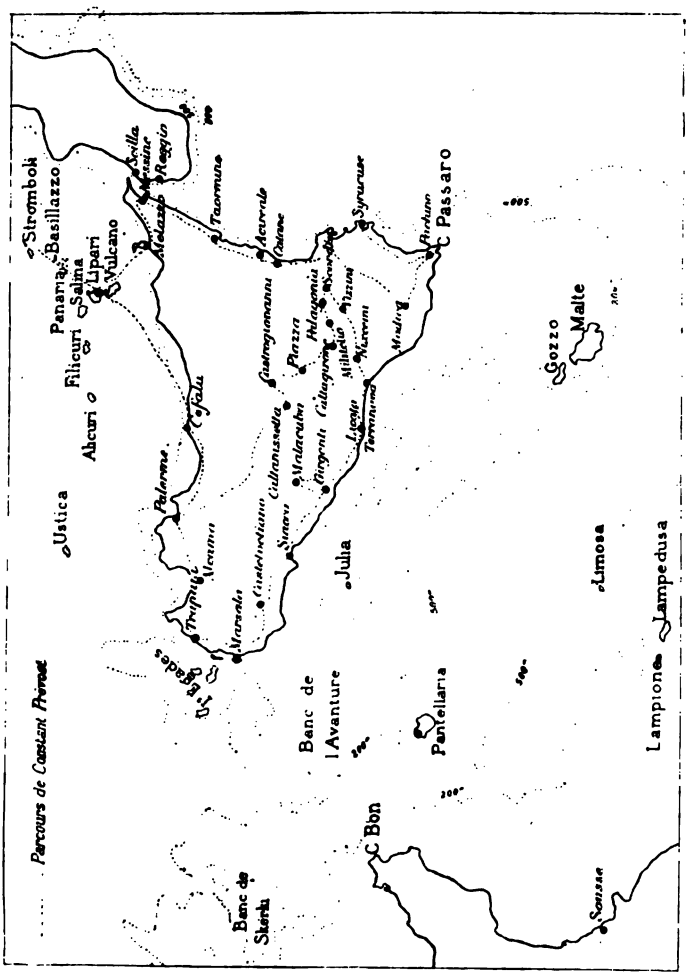


Fig. 30. — *Carte de la Sicile et des îles voisines.*

Averti que, pendant la mauvaise saison, le brick ne pourrait pas s'aventurer dans le voisinage des îles d'Éole,

il résolut d'aller louer une barque à Melazzo. Une tempête le retint 8 jours sur le rivage. Il en profita pour étudier les roches anciennes des monts Pélores. Enfin, le 4 décembre, il put prendre la mer pour aller à Lipari. Après avoir consacré 8 jours à l'étude des principales îles, il revint atterrir en Sicile, à Cefalu, et le lendemain 17 décembre, il rejoignit le brick à Palerme.

Il resta à Palerme du 17 décembre au 27 janvier, retenu par le mauvais temps et la maladie. Il régnait alors une sorte de grippe ou d'influenza, que l'on a considérée depuis comme l'avant-coureur du choléra. 30.000 personnes étaient atteintes dans le même moment à Palerme. Tout l'équipage du brick paya son tribut à la maladie. Constant Prévost l'eût aussi ; elle débuta pour lui par une sorte d'accablement moral. En arrivant à Palerme, il avait éprouvé un grand désappointement ; il n'y avait pas trouvé les lettres qu'il espérait. Il n'avait pas eu de nouvelles de sa famille depuis son départ. Il se consolait cependant à la pensée que les officiers de *La Flèche* n'avaient reçu non plus aucune lettre, et il accusait la négligence de l'administration de la poste.

Il cherchait de la distraction en causant avec l'abbé Ferrara, le modeste et savant professeur de l'Université ; avec le docteur Fodéra, qu'il avait connu à Paris ; avec ses jeunes compagnons de *La Flèche*, qui, eux, trouvaient un grand charme à séjourner dans la capitale de la Sicile. Le soir, on allait au spectacle ou à une réception de la société sicilienne. Si l'on en juge d'après certaines lettres que Constant Prévost reçut plus tard du capitaine Lapierre et du docteur Baude, l'accueil fait par les dames siciliennes à l'équipage français, fut plus que cordial.

Quant à Constant Prévost, il était toujours préoccupé de sa famille. Le 29 décembre, il écrivit dans son journal de voyage.

« Depuis quelques jours j'éprouve des spasmes nerveux qui me font beaucoup souffrir. La musique produit sur moi, dans les accès, un effet remarquable, elle me cause les plus vives émotions. Je pense sans cesse à mes bons amis ; ma tendre et bonne Amable, mes chères petites filles, vous ne me laissez pas un instant libre de penser à ce qui doit m'occuper. Je suis tout à vous pour mon malheur. Ne pas avoir de vos nouvelles depuis trois mois, ne pas savoir si vous n'êtes pas inquiètes de moi, ces idées me tourmentent sans cesse et me privent de mon énergie. Une lettre, un mot de toi, ma seule et chère amie, me rendrait la tranquillité d'esprit et ce serait le bonheur, le seul que je puisse espérer jusqu'au moment où nous serons réunis. »

Le 4 janvier, il fut pris de la fièvre et dut rester plusieurs jours au lit.

Il était impatient de quitter la Sicile. Cependant il ne pouvait se décider à le faire sans avoir été prendre sur la côte méridionale des renseignements relativement aux signes précurseurs de l'apparition de l'île Julia et sur les évènements qui avaient amené sa disparition. Puis il voulait pénétrer dans l'intérieur de l'île pour fixer ses incertitudes sur les alternances de basalte et de calcaire que Gemellaro n'admettait pas, tandis que l'abbé Ferrara et Fr. Hoffmann les considéraient comme incontestables.

Contre l'avis des médecins et des habitants, il se décida à entreprendre cette course que l'on disait impraticable pendant la saison des pluies. Le 29 janvier il quitta Palerme accompagné de Montalembert et du fidèle Tambourini. Il se dirigea vers le sud-est en passant par Caltanisetta, Castrogiovani, Piazza, Palagonia, Vizzini, où il vit les alternances des produits plutoniens et neptuniens ; puis il regagna la côte méridionale à Terranova pour la suivre en passant par Girgenti, Sciacca, Castelvetrano, Marsala, Trapani, Alcama et rentrer à Palerme après cinq semaines d'absence.

En chemin, il étudia les gîtes de gypse, de soufre et de sel de Caltanisetta.

A Girgenti, Constant Prévost trouva enfin des lettres de sa famille. Sa joie déborde ; il écrit à Desnoyers, son beau-frère.

« C'est le 19 février 1831, c'est au milieu des ruines de l'ancienne Agrigente, que, pour la première fois, je reçois de vos nouvelles, c'est l'âme toute émue à l'aspect de ces monuments qui disent si bien aux passants combien sont éphémères la puissance et l'existence de l'homme, que j'ai été rendu à la vie par l'arrivée de votre lettre, de celle de ma bonne Amable, de ma mère et de ma petite fille..... Ces temples antiques, eh ! bien, ils sont construits avec le calcaire le plus récent, le *tuf Desnoyers.* » « Il était piquant, dit-il autre part, de constater que les pierres des monuments les plus anciens avaient été arrachées à des strates si modernes, que plusieurs sont tentés de les considérer comme des dépôts presque contemporains de ceux qui se forment encore aujourd'hui. »

Etant à Girgenti, il alla visiter les volcans boueux dits Malacuba. Ce sont des sources intermittentes d'eau salée qui sortent en bouillonnant de l'argile gypsifère. La colonne de boue s'élève parfois à plusieurs décimètres de hauteur entraînée par les gaz qui s'en dégagent. Là, elle retombe autour de l'ouverture, s'y dessèche et finit par s'y amasser sous forme d'un cône très aplati ayant la plus grande analogie avec les cônes volcaniques. La masse gazeuse qui pousse la boue et qui détermine l'éruption est essentiellement de l'acide carbonique, auquel se trouve mêlée une petite quantité d'air et de l'hydrogène sulfuré, qui peut provenir du terrain salifère lui-même.

Constant Prévost ne fut pas témoin d'une de ces éruptions, car la vue des Malacuba lui fit peu d'effet ; il se contenta d'en prendre un croquis et il dit dans sa lettre

de Naples : « C'est un phénomène curieux, quoique les effets m'en ont paru bien petits, après l'idée que je m'en était faite. »

Le long de la côte méridionale et surtout à Sciacca il réunit des documents précieux sur l'éruption. Il put y consulter particulièrement le Dr Salvator Rosa et surtout le prince Pignatelli qui avait été élevé à Paris, où il avait suivi les cours de Cuvier et d'Haüy. A Sciacca, il fut rejoint par M. de Franclieu, qui alla constater la disparition du volcan et sonder sur son emplacement.

Dans cette course à l'intérieur de la Sicile, il logeait souvent dans les couvents ; quelquefois, quand il n'y avait pas d'auberge, un habitant du pays offrait une hospitalité qui n'était pas toujours à dédaigner.

« A Nixcemi, petite ville de 600 âmes, il n'y avait pas de locanda. Nous allons chez le syndic, qui sur la vue de nos lettres de recommandation, nous fait espérer un logement. Nous sortons de chez lui décidés à partir pour aller loger plus loin, lorsque nous trouvons sur la place le marquis de Rocca-Lamera. Il nous aborde avec un militaire qu'il nous dit être le maire du pays. Celui-ci nous offre sans façon un gîte que nous acceptons de même. Grand est notre étonnement à la vue d'une charmante maison bien meublée. Il y a trois domestiques qui parlent français. Le souper est bien servi. Il y a 15 couverts, car l'hôte a une nombreuse famille. Les lits sont bons ; nous dormons bien. Le lendemain nous descendons à neuf heures ; nous faisons honneur à un excellent déjeûner et nous partons à onze heures pour Terranova. »

Deux jours après, à Liccata, « le temps avait été affreux toute la nuit, il pleuvait encore à torrents. Il fallait rester à l'hôtel toute la journée. Madame Vénéra Territo nous fait inviter à dîner par ses gendres. Le dîner est bien servi et la conversation qui a lieu en italien, dure jusqu'à dix heures du soir. »

La Sicile avait déjà été l'objet de plusieurs mémoires importants de la part de Spallanzani, Borck, Bridone, Hamilton, Brocchi, Recupero, Ferrara, Smith, Kephalidès, Moricaud, Daubeny, Haug, etc. Cependant bien des questions restaient à résoudre. En 1831, elle fut visitée par Buckland, Lyell, de la Marmora, Escher de la Linth, Fr. Hoffmann, Christi et Constant Prévost.

Fr. Hoffmann avait précédé de quelques mois Constant Prévost. Comme l'un et l'autre publièrent leurs observations à mesure qu'ils les faisaient, celles d'Hoffmann précèdent celles de Constant Prévost ; mais ce dernier ignorait, en écrivant, les résultats auxquels Hoffmann était arrivé. Ce fut seulement lors de son retour, à son passage à Naples, qu'il rencontra le savant professeur prussien. Ils venaient tous deux d'étudier l'île Julia et la Sicile ; ils durent en faire le sujet principal de leur conversation. « Ils tombèrent d'accord sur presque tous les points » dit Constant Prévost. En réalité, Constant Prévost, séduit par la science et le caractère d'Hoffmann, subit l'influence de ses idées et se prit à douter de ce qu'il avait cru voir. Si l'on veut se rendre compte exactement de ce qu'a vu et pensé Constant Prévost, il faut se reporter à ses notes de voyage et aux lettres qu'il écrivit de Syracuse (1), de Palerme (2) et de Naples (3).

La lettre de Syracuse est déjà connue. Celle de Palerme datée du 18 décembre 1831 est adressée à Cordier. Constant Prévost n'avait encore visité que la côte orientale de la Sicile, la presqu'île de Mélazzo et les îles Lipari. Quant à la lettre de Naples, elle date du 18 mars 1832.

Ces diverses lettres furent publiées avant le retour de l'auteur dans le Bulletin de la Société Géologique de

(1) Bull. Soc. Géol. de Fr., II, p. 112. — (2) Id., page 114. — (3) Id., p. 403.

France. Lorsque Fr. Hoffmann en eut connaissance, il envoya à la Société quelques observations qui furent insérées dans le même recueil (1). Constant Prévost y répondit. On constate dans sa réponse la profonde impression qu'avait faite sur lui l'autorité d'Hoffmann. Par sa disposition d'esprit, il était toujours prêt à douter de ses propres observations. Il comprenait aussi qu'il avait visité la Sicile trop rapidement pour avoir des opinions fermes.

Ces sentiments se manifestèrent mieux encore lorsque, dix ans plus tard, de Pinteville lut à la Société Géologique un travail sur le terrain gypseux de Sicile (2).

Constant Prévost regrettait de n'avoir pas écrit le grand mémoire qu'il avait projeté. Il avait été entraîné par des discussions de doctrines et, au bout de dix ans, il se trouvait que ses souvenirs, ainsi que l'interprétation de ses notes, étaient étouffés par ses doutes. Il se borna à insérer dans le Bulletin quelques pages et une coupe, qui représentait bien plus les idées de de Pinteville, que les observations contenues dans ses propres notes et dans ses carnets de voyage.

Quoiqu'il en soit les lettres de Constant Prévost furent longtemps, avec les travaux d'Hoffmann, la base de nos connaissances sur les terrains stratifiés de la Sicile. Il fallait, pour que la géologie de cette île entrât dans une période de précision plus grande, que les terrains de la grande zone méditerranéenne fussent mieux étudiés sur le continent. C'est seulement à une époque très récente que les travaux de Mojsisowics, d'Oppel, d'Hébert, de Capellini, etc., ont fait connaître les faciès méditerranéens des terrains triasiques, jurassiques, crétacés,

(1) Bull. Soc. Géol. de Fr. III p. 175.
(2) Bull. Soc. Géol. de Fr. XIV p. 546 (1843).

éocènes. Alors, depuis 1880, Gemellaro et Sequenza purent s'appliquer à distinguer par leurs fossiles les principales couches de Sicile. D'habiles géologues ont continué leur œuvre de sorte que la géologie de la Sicile est maintenant parfaitement connue.

Aussi, les notes et les publications de Constant Prévost n'ont plus qu'une valeur historique. Il serait inutile d'y insister si quelques points n'avaient un intérêt scientifique général et ne marquaient l'état des connaissances de l'époque.

1° *Calcaire à Rudistes et à Nummulites*

Dans un grand nombre de localités de Sicile, on rencontre un calcaire blanc compact, qui présentait, d'après tous les observateurs, la particularité de contenir à la fois des Rudistes et des Nummulites.

Lyell et Daubeny en avaient fait du tertiaire. Fr. Hoffmann reconnut son analogie avec le calcaire des Apennins, mais il ne fixa pas son âge. Constant Prévost le compara sans hésiter au calcaire d'Angoulême et le rangea dans le terrain crétacé. Il constata qu'il passe inférieurement à un calcaire plus ancien et supérieurement au calcaire tertiaire de Noto.

La coexistence des Nummulites et des Hippurites ne paraissait pas trop étrange à cette époque. Plus tard, lors des discussions sur la valeur du caractère paléontologique, ce fut un argument que l'on fit valoir contre les paléontologistes.

La question vint en 1844 devant la Société géologique de France, à l'occasion d'une communication de Leymerie. Ce savant affirmait qu'il n'y avait pas dans le midi de la France, un mélange de Rudistes et de Nummulites et que

les calcaires nummulitiques devaient, contre l'opinion de Dufrénoy, être réunis aux terrains tertiaires. Constant Prévost dit alors [1] : « Le cap Passaro est formé par plusieurs assises presque horizontales, intimement liées l'une à l'autre, d'un calcaire blanc, dur, cristallin. Celles de ces assises qui sont inférieures renferment un très grand nombre d'Hippurites, tandis que les supérieures sont presque entièrement formées de Mélonies et de Nummulites, je crois même me rappeler et je l'ai noté que ces deux fossiles se rencontrent dans la même couche. Je n'avance ce fait qu'avec doute, mais ce dont je suis convaincu, c'est que la concordance parfaite dans la superposition, les rapports des divers bancs en contact, l'identité minéralogique, ne permettent pas d'admettre une distinction géologique entre les bancs inférieurs et supérieurs. Pour le géologue, c'est évidemment le même système. »

Plus tard, à propos d'une discussion analogue, il exprima des doutes encore plus formels sur la présence des Hippurites et des Nummulites dans le même banc ; mais il ajoute que l'on trouvera dans d'autres localités le passage des roches secondaires aux roches tertiaires.

Si l'on veut se rendre compte de la nature des doutes de Constant Prévost, doutes que je lui ai entendu accentuer dans ses dernières années, il faut se reporter à ses notes de voyage.

Quand il citait le calcaire blanc d'une manière générale, il le nommait calcaire à Nummulites et à Hippurites, acceptant ainsi l'opinion de ses devanciers. Mais, quand il formulait ses propres observations, il distinguait nettement les Hippurites à la base et les Nummulites au sommet.

Dans la vue qu'il dessine de Pachino et du cap Passaro, la crête calcaire au sud du basalte est indiquée comme

(1) Bull. Soc. géol. France, 2e II, p. 27.

calcaire à Hippurites et celle qui est au nord comme calcaire blanc à Nummulites et Hippurites?

La coupe du Mont Passaro (fig. 31) montre à mi-côte des bancs marqués dans le manuscrit par le signe H et indiqués comme calcaire à Hippurites, tandis qu'au sommet le calcaire est marqué comme calcaire fendillé et porte en légende *Nummulites* (souligné), Hippurites.

Fig. 31. — *Coupe géologique du Cap Passaro*

A Calcaire fendillé verticalement : *Nummulites*, Hippurites.
H Calcaire à Hippurites.
F Banc plus caverneux, également à Hippurites.
B Argile volcanique.
C Basalte noir.
D Tuf volcanique.
E Tuf calcaire.

Dans sa communication de 1844, Constant Prévost dit [1] que l'on trouve entre le cap Passaro et Syracuse sur les bancs saccharoïdes à Hippurites et Nummulites, un calcaire plus grossier, jaunâtre, dans lequel, avec les Turbinolies et des moules de coquilles univalves d'aspect tertiaire, se voient non pas des Hippurites semblables à celles du cap Passaro, mais des vestiges de coquilles cloisonnées à la

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. 2e série II p. 27.

manière de celle des Rudistes ; il les figure Pl. I *a* et *b*. Ses cahiers de notes contiennent les deux figures, mais sans indication de gisement ; cependant, par la position qu'occupent les dessins, il est évident que ces fossiles viennent des environs de Pachino. Ses coupes de Pachino signalent un calcaire grossier jaunâtre avec Huîtres, Gryphées, Turbinolies. Il se demande si ce n'est pas le calcaire de Malte. Il avait bien raison, car d'après la carte géologique de Sicile, il s'agirait du Langhien et le fossile en question serait un Nautile *(Aturia Aturi)*.

2° *Division des terrains tertiaires de Sicile*

Constant Prévost ayant rapporté les couches à Nummulites au terrain crétacé, divisait les terrains tertiaires de Sicile en deux étages :

1° Calcaire tertiaire ancien que l'on voit à Noto, à l'Epipole de Syracuse, etc. Il le rapporte, au moins pour sa partie supérieure, plutôt au tertiaire du midi de la France qu'au calcaire grossier de Paris. D'après la carte géologique de Sicile et d'après la communication que m'a faite M. Baldacci, ce serait du miocène (Helvétien, Langhien, Sarmatien) ; par conséquent l'appréciation de Constant Prévost était exacte.

2° Calcaire tertiaire récent. Il dit qu'il renferme les mêmes fossiles que le précédent et qu'il est impossible de l'en distinguer, sauf quand la stratification est contrastante et quand il remplit les fentes et les anfractuosités du premier. Il rapporte ces dépôts à ce que Desnoyers appelait alors quaternaire, c'est-à-dire au crag et aux faluns. On les range aujourd'hui dans le pliocène et dans le quaternaire.

Cependant, il résulte de la communication qu'a bien voulu me faire M. Baldacci que les faits de discordance observés par Constant Prévost ne tiendraient qu'à des circonstances locales et particulières. C'est du reste ce que lui avait déjà fait observer Fr. Hoffmann [1].

3° *Intercalation des Basaltes dans les roches sédimentaires*

La question des roches éruptives de Sicile est une de celles qui avaient le plus préoccupé Constant Prévost. Sa première visite avait été pour la région du Val di Noto, près de Syracuse. Gemellaro avait annoncé y avoir trouvé des volcans à cratères et Daubeny y avait vu les roches volcaniques alterner avec les calcaires à Hippurites et à Nummulites. Constant Prévost visita les principaux affleurements de basalte qui s'étendent du cap Passaro au bord sud de la plaine de Catane ; il ne put pas y reconnaître de cratère, mais il constata que ces roches sont interstratifiées dans les terrains sédimentaires et qu'elles sont d'âge variable.

Au cap Passaro la roche éruptive consiste en basalte qui contient beaucoup de cristaux de feldspath et qui passe par places aux amygdaloïdes. Elle traverse la craie à Hippurites, la coupe en divers sens et la rend saccharoïde.

Mais elle est recouverte par la partie supérieure de la même assise. La coupe reproduite plus haut en est une preuve manifeste.

Constant Prévost expliqua d'abord ces alternances de calcaire à Hippurites et de basalte par des infiltrations de

(1) Bull. Soc. Géol Fr. 1e s. II p.

matière volcanique entre les couches. Il en donne dans ses carnets de voyage la figure théorique ci-jointe (fig. 32).

Toutefois, dans sa lettre de Naples on voit ses doutes apparaître. Il dit que les plus anciennes roches volcaniques pourraient être antérieures à la craie ou plutôt à une partie de la craie [1]. Mais alors il avait vu Hoffmann et pouvait avoir été influencé par lui. [2]

Fig. 32. — *Coupe théorique montrant la pénétration du basalte dans le calcaire.*

b basalte.
c calcaire.

Le problème, du reste, n'est pas encore résolu. Les géologues siciliens ont parfaitement constaté l'intercalation du basalte dans le calcaire à Hippurites, mais ils se demandent encore, comme Constant Prévost, si c'est un fait d'intrusion ou une alternance de formation [3].

Par contre, l'existence d'éruptions basaltiques postérieures à la craie et pendant la durée des terrains tertiaires est hors de doutes. Constant Prévost en vit de nombreux exemples.

En allant de Pachino à Spacafurno, il constata, au-dessus du calcaire à Hippurites, la présence d'une brèche formée de fragments calcaires et basaltiques dans un tuf basaltique.

Près de Mellili [4], il vit aussi des basaltes et des brèches basaltiques entre ce qu'il appelait les calcaires tertiaires anciens et les calcaires tertiaires récents.

---

(1) Bull. Soc. géol. Fr. II, p. 404; III p. 179.
(2) Bull. Soc. géol. Fr. III, p. 177.
(3) Baldacci. *Descrizione geologica dell' Isola di Silicia*, p. 123.
(4) Voir note p.

Près de Sortino [1], dans un endroit qu'il nomme Monticelli, il observa des basaltes et d'autres roches volcaniques sous le calcaire à grands Clypéastres du langhien (Fig. 33).

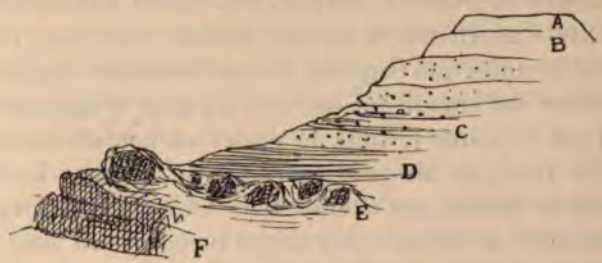


Fig. 33. — *Position des roches volcaniques à Monticelli*
A Calcaire blanc.
B Tuf calcaire.
C Fragments de calcaire et de basalte.
D Tuf volcanique.
E Roche volcanique amygdaloïde.
F Basalte.

Mais ce fut surtout autour de Militello qu'il vit des preuves remarquables de l'intercalation des roches volcaniques au milieu des calcaires stratifiés. La coupe prise

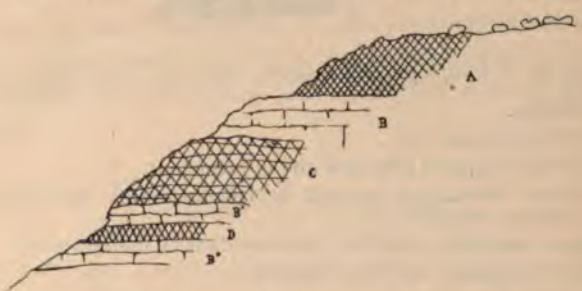


Fig. 34. — *Coupe entre Militello et Palagonia.*
A Basalte.
B B', B'' Calcaire coquiller.
C Roche noire stratifiée.
D Roche volcanique.

entre Militello et Palagonia (Fig. 34) est typique sous ce rapport.

(1) Voir p. 243.

D'après la carte géologique de Sicile, les calcaires qui alternent avec les roches basaltiques aux environs de Militello appartiennent au terrain pliocène. Une nappe de basalte couronne le sommet de la colline. Elle surmonte des bancs alternatifs de calcaire coquiller et d'une roche noire stratifiée que Constant Prévost considère comme de la cendre volcanique déposée sous les eaux et agglomérée.

Il eut la bonne fortune de passer au lieu dit Gallotto, sur la route de Militello à Scordia au moment où l'on venait de creuser une citerne. Dans les roches basaltiques inférieures au calcaire pliocène, il remarqua un banc dur d'apparence également basaltique, de couleur noire, où se détachaient en blanc de nombreuses coquilles marines.

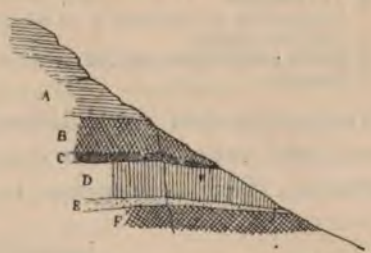


Fig. 35. — *Coupe prise à Galotto entre Militello et Scordia*

A Calcaire.
B Tuf volcanique noir.
C Tuf noir à grains plus fins que le précédent.
D Cendre volcanique imitant le basalte, mais très friable et comme vitreuse.
E Banc coquiller, coquilles blanches dans la même roche.
F Tuf volcanique noir sans coquilles.

Il rapporta des échantillons de la roche fossilifère, qui ont été déposés dans les collections du Muséum et de la Sorbonne. Il y attachait une grande importance au point de vue de la classification générale des roches d'après leur origine. C'était le type de ce qu'il appelait les formations Pluto-Neptuniennes.

La disposition du basalte en nappes étendues au milieu des roches stratifiées, et la présence de fossiles dans des couches basaltiques le conduisirent à considérer les éruptions anciennes de la Sicile comme ayant eu lieu sous les eaux de la mer, comme analogues à celle qu'il venait de voir à Julia. C'est aux conditions sous-marines de ces éruptions qu'il attribue l'absence de cratères. Il avait constaté que le cratère de Julia avait été complètement démantelé et détruit par les vagues ; il ne devait en rester qu'une butte arrondie formée par les scories et les laves consolidées autour de la cheminée volcanique. Aux environs de Sartino et de Militello, il retrouvait ces anciens cratères sous-marins caractérisés, non par un cône tronqué de cendre à stratification quaquaversale, comme les volcans émergés, mais par des massifs saillants de basalte et de blocs basaltiques, par des couches de tufs et de conglomérats grossiers, qui s'appliquent sur ces massifs, et par les larges coulées qui en descendent.

« Le seul moyen, dit-il, de reconnaître les points par lesquels les matières fluides se sont épanchées sous les eaux, est de remonter les pentes qui présentent les surfaces des couches volcaniques et qui convergent vers un même point [1]. »

4° *Presqu'île de Mélazzo*

On a vu que Constant Prévost, retenu par le mauvais temps, avait dû séjourner huit jours à Mélazzo, avant de s'embarquer pour les îles Lipari. Il y vit un fait qu'il n'avait pas encore bien étudié : la superposition de couches horizontales sur des roches anciennes très inclinées.

---

(1) Mém. Soc. géol. France n° 5 p. 109.

La presqu'île de Mélazzo est essentiellement formée par des gneiss et des phyllades traversés de filons de quarz et de pegmatite. Sur ces roches, qui sont fortement inclinées et plusieurs fois plissées, reposent horizontalement des calcaires que la carte géologique de Sicile rapporte au pliocène, M. Seguenza à l'aquitannien et M. Baldacci au langhien [2]. Ils commencent par une brèche calcaire remplie de fragments souvent volumineux des roches anciennes inférieures. La surface de séparation des deux formations est très inégale. Le calcaire pénètre dans les anfractuosités et les fentes de la roche sous-jacente.

Constant Prévost a vu de ces sortes de filons calcaires qui avaient 200 pieds de profondeur. Il observa que le calcaire a contracté une forte adhérence avec le gneiss et qu'il a acquis à ce contact une grande dureté.

Constant Prévost, qui avait encore toute sa foi dans la théorie du soulèvement des montagnes, suppose que les roches anciennes ont soulevé le calcaire et pénétré dans celui-ci lorsqu'il était encore pâteux. Les coupes qu'il a dans ses carnets sont très claires ; elles indiquent que des mouvements importants se sont fait postérieurement au dépôt des calcaires, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque l'on sait que toute la presqu'île de Mélazzo est recouverte de couches quaternaires, qui ont été portées à une grande hauteur.

Ce qui avait surtout frappé Constant Prévost, c'est la dureté du calcaire adhérent au gneiss. Il ne s'était pas rendu compte que le calcaire avait pu être silicatisé postérieurement à son dépôt par les eaux qui avaient traversé la pegmatite et le gneiss fragmentaires. La connaissance des modifications chimiques produites sous l'influence des eaux profondes ne s'était pas encore fait jour dans la science.

---

(1) Baldacci. *Descrizione geologica dell' Isola di Sicilia*, p. 109 et 180.

5° *Formation gypseuse et salifère*

L'étude des terrains gypseux de Sicile devait vivement intéresser un géologue qui avait consacré ses premiers travaux au gypse des environs de Paris. Aussi, malgré la maladie, malgré le mauvais temps, Constant Prévost avait voulu visiter les gites gypseux et salifères qui sont au centre de la Sicile.

Il fut d'abord frappé de certaines analogies entre ces terrains de Sicile et ceux des environs de Paris. Ainsi, il indique l'association presque constante du gypse avec les marnes qui rappellent celles d'Argenteuil et avec des calcaires siliceux concrétionnés qui ressemblent à ceux de Champigny et même aux meulières inférieures.

Il n'était pas d'accord avec Fr. Hoffmann pour l'âge des couches de gypse. Tandis que le géologue allemand les rapportait au crétacé inférieur, Constant Prévost les considérait comme tertiaires. Plus tard, dans sa discussion avec Hoffmann, il admit qu'elles avaient pu se former entre la période secondaire et la période tertiaire, ou même à la fin de l'une ou au commencement de l'autre.

Les travaux plus récents, particulièrement ceux de M. Capellini, ont fortement rajeuni l'âge des gypses de Sicile.

On a reconnu que les couches inférieures de la formation gypseuse sont des argiles sableuses, grises ou brunes, qui contiennent les grands amas de sel gemme exploités en Sicile. On y trouve des couches intercalées de sable et de conglomérat, parfois fossilifères, où l'on cite : *Nassa pseudochlatrata*, *Pisania exculpta*, etc... Les couches supérieures de la formation gypseuse contiennent des Congéries et sont inférieures au pliocène le mieux caractérisé. On peut donc rapporter la formation gypseuse à la fin de l'époque miocène.

Ce qui rendait difficile la détermination d'âge des couches gypseuses à une époque où les assises tertiaires étaient encore confondues, c'est que l'on voit rarement le substratum du gypse. Il ne se présente pas en couches continues, mais il apparaît en mamelons soit isolés, soit réunis en longues collines, à surface très tourmentée, s'élevant au fond de vallées ou de bassins ouverts dans des terrains d'âges très différents.

Une vue, prise près de Calatagirone, montre les marnes gypseuses dans une vallée entre deux collines tertiaires. (Fig. 36).

Fig. 36. — *Vallée gypseuse, près de Calatagirone.*

A Grès et sable.
B Argile.
C Calcaire blanc et marne blanche avec gypse.

Le diagramme théorique qui l'accompagne (Fig. 37) prouve que Constant Prévost considérait le gypse de la vallée comme inférieur à l'argile et au sable des collines.

Fig. 37. — *Diagramme théorique de la vallée*

A Grès.
B Sable.
D Marne blanche
C Argile.
E Gypse.
F Calcaire blanc tendre.

Il observa une disposition analogue près de Trapani. Le gypse était encore au fond d'une vallée, mais les

collines voisines étaient formées par un terrain qu'il désignait sous le nom de craie ou plutôt de calcaire du Mont Erix et qui est jurassique. Il fut évidemment embarrassé par cette disposition. La coupe qu'il figure dans ses carnets n'est pas très explicite. Dans sa lettre de Naples, il dit : « que si les éléments de la formation gypseuse ont été apportés par des sources, ils ont pu traverser des terrains d'âge différent ou s'arrêter à différents étages, soit que le phénomène ait eu lieu à diverses époques, ou seulement à une époque récente [1].

On voit qu'il adopte une théorie assez analogue à celle de l'intrusion des basaltes entre les couches des terrains sédimentaires.

Fig. 38. — *Coupe des environs de Girgenti.*

A Calcaire		pliocène
B Argile brune et bleue		pliocène
C Argile blanche		pliocène
D Gypse cristallisé		miocène sup^{r}
E Calcaire gypseux		miocène sup^{r}
F Marne blanche		miocène sup^{r}

Les observations de Constant Prévost autour de Catolica et de Sciaca sont très incomplètes. Il n'y a dans ses notes que des vues et des panoramas ; pas une coupe, pas même une appréciation. Pour les environs de Girgenti, il y a une coupe que l'on peut reproduire parce qu'elle donne une idée de la position géologique du gypse (Fig. 38).

(1) Bull. Soc. géol. Fr. II, p. 405.

L'interprétation de la légende précédente est celle de la carte géologique de Sicile.

L'association constante en Sicile du gypse avec le sel gemme et avec le soufre, la présence fréquente du bitume, ne purent que contribuer à confirmer Constant Prévost dans la théorie qu'il s'était faite sur l'origine geysérienne du gypse « cette formation pour ainsi dire mixte entre les sédiments et les précipités, dans les caractères particuliers de laquelle on reconnaît, avec les effets d'un dissolvant liquide, l'influence plus ou moins directe d'un ou de plusieurs agents qui auraient exercé leur action de bas en haut [1]. »

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. II p. 404.

CHAPITRE X

ILES LIPARI

Partis de Melazzo le 4 décembre à 10 heures, Constant Prévost et ses compagnons arrivèrent à Lipari à 8 heures du soir, après une navigation contrariée par le vent. Comme ils n'avaient pas la libre entrée, ils durent passer la nuit dans la chambre du gardien de la santé. Le lendemain, le premier soin de Constant Prévost fut de chercher un logement. Ne pouvant en trouver, il se rendit chez le chanoine Tricone pour lequel il avait une lettre de recommandation. La réception fut cordiale; le chanoine offrit l'hospitalité aux géologues.

Les notes de Constant Prévost sur les îles Lipari se bornent presque à des croquis, très intéressants il est vrai. Son voyage toutefois ne lui fut pas inutile ; fréquemment les noms de Stromboli, Vulcano et d'autres vinrent sous sa plume, quand il combattit la doctrine des cratères de soulèvement. Il avait été précédé dans ces îles par Fr. Hoffmann, qui en donna une description détaillée. Depuis lors elles furent visitées par plusieurs géologues.

En 1889, une société anglaise, *Géologist Association*, organisa une excursion aux îles Lipari ainsi qu'aux autres volcans d'Italie sous la direction de M. Johnston Lavis. On peut renvoyer à ces divers travaux, en se bornant à présenter quelques-uns des croquis de Constant Prévost et à exposer très brièvement la structure de ces îles, peu connues en France.

Les îles Lipari ou îles d'Eole sont au nombre de sept sans compter quelques petits îlots inhabités. La plus grande est Lipari qui a 36 kilomètres carrés et dont la capitale, la ville de Lipari, compte 12.000 habitants.

L'île de Lipari est entièrement volcanique; les argiles, sables et tufs stratifiés qu'on y trouve sont des produits du lavage des roches volcaniques ; ils contiennent quelquefois des feuilles et en particulier des feuilles de palmier, qui indiquent un climat plus chaud que le climat actuel.

Bien qu'il n'y ait pas eu d'éruption à Lipari depuis l'époque historique, on y voit encore des cônes volcaniques bien conservés. La plupart possèdent, outre le cratère central, des cratères latéraux accessoires. Les plus importants sont le Mont Chirica, le Mont Angelo, le Mont Guardia, etc.

M. Cortesi, ingénieur des mines, qui fit la carte géologique des îles Lipari, divise les produits des volcans en laves anciennes et laves modernes postérieures à l'époque quaternaire. Ces dernières sont des trachytes, des ponces, des obsidiennes. Parmi les laves anciennes, il cite la dolérite, la leucotéphrine et la variété de trachyte dite liparite.

Le Mont Bianco, où le commerce va chercher la pierre ponce, a une forme arrondie. Il présente à son sommet un cratère de 1 kilomètre de circonférence et de 160 mètres de profondeur, entouré d'un cratère plus ancien. Le cône est sillonné de ravins sinueux qui partent du

sommet et qui descendent de tous côtés en irradiant. Constant Prévost en remarquant leur analogie avec les barancos de Palma émet l'opinion qu'ils ont été produits par les eaux pluviales.

Fig. 39. — *Vue du Monte Bianco à Lipari*

Près du Mont Bianco et provenant de ce volcan, il y a une coulée d'obsidienne ou verre volcanique, qui constitue le cap della Castagna. Constant Prévost observa la disposition presque stratifiée de l'obsidienne et sa pénétration dans le tuf ponceux (Fig. 40).

Fig. 40. — *Alternance de la ponce (A) et de l'obsidienne (B) au cap della Castagna*

C'est un fait tout à fait semblable à celui que présente la Punta del Schiavo à Ischia [1].

De Lipari, Constant Prévost se rendit à Stromboli en passant devant les rochers de Dattolo, de Basiluzzo, de

(1) Gosselet : Observations géologiques faites en Italie.

Bottaro, de Lisca nera, et de Lisca bianca. Il donne une silhouette parfaite de ces îlots, en plan incliné, terminés au nord par une falaise perpendiculaire, et descendant en pente douce vers la mer du côté du sud. Ils ont tous les caractères de fragments de montagnes cratériformes. Dolomieu et Spallanzani les avaient considérés comme des restes d'un ancien cratère; mais Fr. Hoffmann fit remarquer que leur inclinaison est toujours vers le sud quelque soit leur position relative. Constant Prévost pensait que Dattolo et Lisca bianca avaient pu faire partie d'un même cône volcanique. Dans le canal étroit qui les sépare, on observe un jet continuel d'eau chaude (*aqua calda*) et non loin de là un autre dégagement de gaz (*aqua bolente*).

Fig. 41. — *Rochers voisins des îles Lipari*

A Lisca bianca, il vit à la surface du sol du trachyte en boules, enveloppé dans une roche noire, tendre, traversée par des fentes remplies de marne jaune. Sous ce trachyte scoriacé, il y a des roches blanches également trachytiques, qui doivent leur couleur et le nom qu'elles ont donné à l'îlot, à ce qu'elles sont altérées par des émanations sulfureuses, qui sortent d'une fente située dans une caverne de quelques pieds, où l'eau de mer s'en-

gouffre avec fracas. Les parois de la grotte sont tapissées de Fucus et de Corallines jusqu'au niveau des flots (fig. 42).

A 3 heures, les explorateurs se trouvaient à la hauteur de Panaria ; le vent paraissant vouloir manquer, les matelots jugèrent prudent de s'y arrêter. Ils firent donc voile vers cette île en passant entre Dattolo et Lisca nera. La première, dit Constant Prévost, a la forme d'une pyramide de 50 m. de hauteur formée d'un tuf blanc sulfo-alumineux ; la seconde est en lave noire compacte, dure, divisée en gros blocs irréguliers.

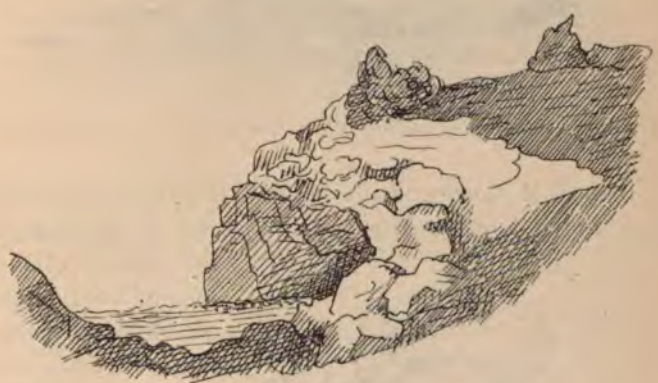


Fig. 42. — *Vue d'une grotte à Lisca bianca*

Ils descendent à Panaria, on tire le bateau à terre et ils attendent deux heures qu'on leur accorde l'entrée. Enfin le chapelain, qui est en même temps commissaire de santé, arrive et satisfait aux mesures de police. Un paysan cède son logement et, pendant que Tambourini apprête le repas, Constant Prévost explore l'île.

Panaria, dit-il, a 12 ou 15 kilomètres de circonférence. Comme les autres îles, elle a la forme d'un plan incliné vers le sud, terminé du côté nord par une falaise abrupte,

elle est composée uniquement de trachyte (liparite) très dur, dont la disposition rappelle celle du granit. L'île est jonchée d'énormes blocs arrondis, comme polis, entassés les uns sur les autres ; sur la plage on trouve un tuf jaune analogue au pépérino.

Fig. 43. — *Stromboli et Panaria, vues du Monte Rosso à Lipari*

D'après M. Cortèse, Panaria est le reste d'un grand cône volcanique dont faisait partie aussi l'îlot de Basiluzzo, et les roches voisines du côté nord, remarquables par leurs formes découpées en aiguilles, comme les parties les plus pittoresques des Apennins. Constant Prévost a dessiné le rocher de Strombaluzzo près de Basiluzzo (Fig. 45).

Fig. 44. — *Blocs de trachyte à Panaria*

Le lendemain, 7 décembre, ils firent voile vers Stromboli. Après avoir obtenu l'entrée de l'île, ils se rendirent chez le curé de Saint-Vincent, pour lequel ils avaient une recommandation et ils acceptèrent l'hospitalité qu'il leur offrait.

L'île de Stromboli est bien connue et assez souvent visitée. Elle est presque uniquement réduite à un cône

volcanique de 14 kilomètres de circonférence et de 1000 mètres de hauteur. Son sommet, tronqué par un grand cratère presque circulaire, présente au nord une profonde échancrure qui s'étend jusqu'à la mer. A l'intérieur du cratère, à 150 mètres en dessous des bords, s'élève un

Fig. 45. — *Vue de Strombaluzzo*

cône surbaissé qui est le foyer des éruptions. Il possède un nombre de bouches variable avec les époques. Lors de la visite de Constant Prévost, il y avait trois bouches dont les éruptions étaient alternatives ou simultanées. Celle du

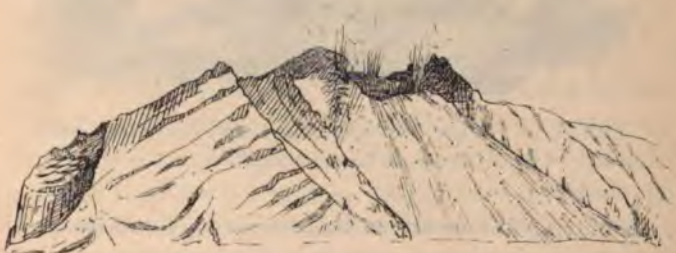


Fig. 46. — *Vue de Stromboli, côté nord*

sud était la plus active. Les projections s'y succédaient à quelques minutes d'intervalle. La vapeur blanche qui se dégage continuellement du volcan devenait plus intense,

puis elle s'assombrissait parce qu'il s'y mêlait des projections de cendres ; puis venait un jet de pierres incandescentes accompagné d'une détonation qui ressemblait à un fort coup de canon.

Les géologues se posent plusieurs problèmes à propos du Stromboli. On se demande s'il produit des laves. On ne voit pas de coulées, mais la lave qui sortirait de la bouche du volcan, si toutefois il y en avait, ne pourrait pas s'arrêter sur le plan incliné de 45° que forme le cône intérieur du côté nord vers la mer et roulerait jusque dans les flots. Certains géologues disent avoir observé de la lave. Constant Prévost signale une fente incandescente en avant des trois bouches du côté de la mer. Dans le croquis qu'il a fait du cône interne, il a écrit, sur cette trainée lumineuse le mot de lave incandescente.

Fig. 47. — *Vue de l'intérieur du cratère de Stromboli, prise du haut du cratère.*

Un autre point encore en suspens au sujet du Stromboli : c'est l'influence de la pression atmosphérique sur les éruptions. Les pêcheurs des environs disent que l'augmentation des vapeurs qui sortent du Stromboli annonce le mauvais temps. Le curé de Saint-Vincent, qui avait passé toute sa vie dans l'île, affirma à Constant Prévost que c'est

exact et que l'approche du siroco augmente les détonations et les projections du volcan.

Les grandes éruptions sont rares à Stromboli. Cependant le 17 novembre 1879, il y en eut une assez violente, dont M. Johnston Lavis a donné le récit.

De retour à Lipari, le 11 décembre, Constant Prévost alla le 12 et le 13 visiter Vulcano.

L'île de Vulcano, dont la circonférence est de 50 kilomètres, possède trois cratères. Le cratère de Vulcanello, qui date de l'an 200 avant Jésus-Christ, est au sommet d'un cône de 300 mètres, séparé du reste de l'île par une plaine basse, où était située la fabrique de soufre et d'acide borique avant la dernière éruption. Le cratère, actuellement actif, est celui de Vulcano dont l'altitude est de 387 mètres. Il eut pendant le 18e siècle de nombreuses

Fig. 48. — *Vue du cône de Vulcano entouré de son cratère extérieur, prise du sommet de Vulcanello*

éruptions. Lorsque Constant Prévost le visita, il était en repos depuis 1786; on y avait établi des exploitations de soufre et d'acide borique. Il se réveilla en 1873. En 1886, il eut une très forte éruption qui détruisit les usines et fit fuir les habitants. Depuis lors, les éruptions se succèdent presque tous les ans. Le cône de Vulcano est entouré d'un cratère extérieur largement ébréché au N.-E. dont le point le plus élevé est le Mont Saraceno (488 mètres). Il est au cône de Vulcano ce que la Somma est au Vésuve.

Le 14 décembre, Constant Prévost quittait les îles Lipari par un temps superbe et allait de nouveau débarquer en Sicile.

CHAPITRE XI

NAPLES

Constant Prévost était rentré à Palerme la veille du Carnaval. Il y séjourna jusqu'au jeudi suivant pour ne pas arracher ses compagnons au plaisir de la fête. Il fut témoin des *carrossades*, réjouissances carnavalesques analogues à celles de Rome et auxquelles prenaient part la noblesse et même la famille royale. Le prince royal depuis François II était déguisé en chevalier ; le prince de Bauffremont en mammeluck, etc.

Le carnaval terminé, le brick appareilla le 8 mars à une heure et demie, et le 10 à la même heure, il entrait dans le port de Naples. Le navire était à peine arrêté, qu'il fut accosté par une barque portant le botaniste Richard et sa jeune femme, fille du célèbre chirurgien Dubois. Ils avaient appris l'arrivée du brick et s'étaient empressés d'aller au devant des voyageurs.

Constant Prévost se retrouva presque à Paris. Il est probable qu'il se laissa aller au plaisir de cette rencontre et qu'il prit quelques jours de repos, car il y a une interruption dans ses notes de voyages.

C'est pendant ce temps qu'il rédigea sa lettre de Naples qui fut insérée presqu'en entier dans le Bulletin de la Société géologique de France.

C'est aussi à Naples qu'il rencontra Frédéric Hoffman et Escher de la Linth. Ils causèrent ensemble de la Sicile et de l'île Julia, sans pouvoir arriver à se mettre d'accord. Hoffmann soutenait la théorie de de Buch sur les cratères de soulèvement, tandis que Constant Prévost l'avait abandonnée, au moins en ce qui concerne l'île Julia.

Sa première course géologique aux environs de Naples fut pour le lac d'Agnagno, cratère lac de près de 3,000 m. de superficie. Breislak suppose qu'il est le résultat d'une éruption datant du 12e siècle. En effet, il n'était pas connu des anciens et son nom est d'origine normande.

Sur son bord méridional se trouve la grotte du chien. Voici comment Constant Prévost raconte sa visite :

« La grotte a 12 pieds de profondeur et 5 pieds de large ; elle est fermée par une porte. Les lumières s'y éteignent à 1 pied du sol et quand on se baisse à ce niveau, on sent l'odeur piquante de l'acide carbonique. Moyennant 6 carlins (2 fr. 50) on fait l'expérience du chien. Dès qu'on a posé le chien à terre dans la grotte, une minute suffit pour lui faire perdre connaissance. On le porte à l'air ; il respire avec peine, se lève, chancelle pendant quelque temps ; puis il revient à lui et son premier acte est de se jeter sur les visiteurs. »

« Près de la grotte du chien se trouvent les anciens bains, dits Etuves de San Germano. Les vapeurs sortent de nombreuses ouvertures entourées de voûtes, qui se couvrent d'efflorescences salines et de cristaux de soufre. »

« J'ai observé, ajoute-t-il, un phénomène que je ne puis expliquer. En allumant de l'amadou et en soufflant dessus, même à 1 ou 2 pieds de l'ouverture, la vapeur qui sort de celle-ci augmente considérablement. Elle a une odeur urineuse. »

Constant Prévost visita ensuite les volcans d'Astroni et de Pianura. A l'Astroni, il constata la disposition des couches de cendres en stratification entrecroisée ; au milieu de ces cendres il y avait un bloc calcaire d'un pied de diamètre, arraché par le volcan à sa cheminée. A Pianura, il remarqua que la lave dite *Piperno*, exploitée pour la construction des monuments de Naples, est recouverte par plusieurs couches de tuf dont le plus récent lui parut identique au tuf jaune des environs de Naples.

Fig. 49. — *Coupe prise à l'Astroni*
R. Bloc calcaire

Le lendemain, il se rendit à Pompeï et à Herculanum avec l'état-major du brick.

Le 24 mars, il fit sa première ascension au Vésuve en compagnie de MM. Hoffman et Escher de la Linth. Le volcan était alors en éruption ; mais cette première course ne lui fournit aucune observation digne d'intérêt.

Le 28 mars, il se rendit à Pouzzoles, au Mont Nuovo et à la baie de Baïa.

Autour de Baïa, il observa avec soin les traces des mouvements du sol, qui datent des temps historiques. Ainsi,

au S. du Château, on aperçoit, à 10 ou 12 pieds sous les eaux, les vestiges d'une ancienne route, la *Via Venitiana*, qui allait au cap Misène. Le long d'une autre route ruinée, qui conduisait au lac Fusare, il vit une galerie voûtée, qui paraît avoir été remplie de cendres volcaniques analogues à celles qui entourent le temple de Sérapis à Pouzzoles. La cendre est encore collée sur la muraille et présente une disposition stratifiée très manifeste. La route, bien qu'elle eût été réparée par Murat, était alors hors d'usage ; elle était creusée de ravins qui atteignaient jusqu'à 15 pieds de profondeur.

Fig 50. — *Dernier pilier du Pont de Caligula avec plaque de marbre percée par les pholades.*

Près de Pouzzoles, il observa aussi des preuves très nettes d'oscillation du sol. Le Pont dit de Caligula est le reste d'un ancien môle qui se dirige de la ville vers la pleine mer. Il en reste 13 piliers. Sur le 4e pilier, il vit des Balanes fixées à 7 pieds au-dessus du niveau de la mer. Le dernier pilier a son sommet environ à 15 pieds au-dessus de l'eau ; il est en partie couvert d'herbes, mais on y voit des impressions de Balanes, bien qu'on n'en trouve

plus de coquilles. Ce dernier pilier porte à 4 pieds environ au-dessus de l'eau, une plaque de marbre enchassée dans la maçonnerie. Elle est percée par les Pholades et couverte d'un enduit de Vermets.

Constant Prévost fit une étude consciencieuse du célèbre temple de Sérapis, autre exemple des mouvements qui ont affecté le sol des environs de Naples depuis l'époque romaine; mais les publications sur ce sujet sont tellement nombreuses, qu'il serait superflu de citer les notes recueillies par Constant Prévost.

De son excursion à Ischia, il ne rapporta que le croquis de l'Epoméo et de la coulée de l'Arso.

Le gîte de poissons fossiles de Castellamare devait l'attirer; il alla le visiter après avoir passé quelques jours à Capri.

Fig. 51 — *Filons de lave dans le tuf de la Somma*

Enfin il termina ses observations par l'étude du Vésuve. Comme il a été dit plus haut, le volcan était dans une période d'éruption. Le petit cône qui s'était formé dans le grand cratère de 1822 était arrivé à peu près au niveau des bords de ce cratère. La lave qui en sortait s'épanchait

sur les flancs de la montagne ; une coulée se dirigeait vers Pompeï, tandis qu'une autre suivait la Fossa della vetrana, entre l'Ermitage et les bords de la Somma. Les détails de l'éruption n'auraient aucun intérêt, pas plus que les croquis qu'il a pris du cône et du cratère.

Son attention fut appelée sur deux points, qui ont une certaine importance au point de vue de l'histoire des théories volcaniques.

Il donne un bon croquis des filons de lave qui traversent le tuf de la Somma, en se coupant dans des directions très variées (Fig. 51).

A la partie inférieure de la Fossa grande, il vit et dessina une stratification discordante entre les cendres et tufs de la Somma et des laves qu'il rapporte au Vésuve,

Fig. 52. — *Coupe prise à la Fossa grande*

A Anciennes laves du Vésuve.
B Cendres et tufs de la Somma.
D Lave de 1707.
E Lave de 1810.
F Tuf de la Somma avec fragments de ponce de calcaire blanc et de tuf amphigénique.

mais dont la date est indéterminée. Les tufs anciens sont profondément ravinés ; ils sont altérés et jaunis à la surface. On peut supposer qu'ils appartiennent à la troisième phase reconnue par M. Johnston-Lavis (1) dans

(1) JOHNSTON-LAVIS. *The géology of Monte Somma and Vésuvius being a study in vulcanology*. Quart. journ. Géol. Soc. XL p. 35.

l'histoire du Vésuve, c'est-à-dire à une première époque où les produits du volcan étaient leucitiques, comme ils le sont encore maintenant. Les laves et les scories qui sont au-dessus doivent probablement se rapporter à l'époque intermédiaire (quatrième, cinquième et sixième phases de de M. Johnston-Lavis) caractérisée par ses laves à sanidine et de nature trachytique.

Constant Prévost resta encore quelques jours à Naples pour assister à une séance académique où Hoffmann présentait sa carte géologique des îles Lipari. Gassoni y lut un mémoire sur les îles Lampione, Lampédouse et Limosa. Cette dernière est toute volcanique, composée de lave avec amphigène et péridot ressemblant aux dernières laves du Vésuve. Les abords de l'île ont une grande profondeur. Quant à Lampédouse et Lampione elles sont en calcaire stratifié comparable à celui de Malte et des côtes méridionales de la Sicile.

Constant Prévost avait reçu de l'Académie des sciences une prolongation de mission pour visiter l'île d'Elbe, la Corse et la Sardaigne. Il eut désiré s'y rendre directement, mais il céda aux instances des officiers du brick qui tenaient à voir Rome. Il partirent le 13 avril par voie de terre et incognito, les officiers n'osant voyager ouvertement, parce que l'occupation d'Ancone venait d'alarmer le gouvernement pontifical.

Constant Prévost comptait profiter de son séjour à Rome pour étudier les volcans de la Campagne romaine. Mais il apprit à l'ambassade que le choléra faisait à Paris des ravages épouvantables. Dès lors il n'a plus qu'une pensée, rejoindre sa famille. Il quitte tout, projets, missions, compagnons de voyage, brick ; il court à Civitta Vecchia, et se jette dans le premier navire en partance pour la France.

CHAPITRE XII

THÉORIE DES CRATÈRES DE SOULÈVEMENT

Au commencement du XIXme siècle, Werner attirait autour de sa chaire de géologie de Freyberg, des étudiants de tous les pays. Par l'universalité de ses connaissances, son esprit de méthode, la vivacité de son imagination, l'éloquence de sa parole, le charme de sa conversation, il leur inspirait un profond enthousiasme pour la géologie, et pour sa personne des sentiments de reconnaissance et de vénération qui suffisent pour immortaliser un professeur, lorsque ses élèves s'appellent Karsten, Wiedemann, Humbold, de Buch, Dubuisson, de Charpentier, Hoffmann, etc. Ce qui honore le plus le maître et les élèves, c'est que l'affection de ces hommes illustres pour leur très illustre professeur ne les empêcha pas de combattre ses idées en ce qu'elles avaient de systématique et de trop absolu.

Werner attribuait à l'eau l'origine de toutes les roches. Une mer universelle et tranquille avait laissé cristalliser le granit, puis les schistes, les porphyres, les trapps, les basaltes, toutes roches qui devenaient de moins en

moins cristallines à mesure que l'agitation de la mer augmentait ; ensuite se formèrent les roches secondaires avec les débris des roches primitives. Quant aux volcans, il s'en préoccupait peu ; c'étaient à ses yeux des phénomènes superficiels dus à l'incandescence de pyrites et assez semblables au volcan de Lémery.

Cette manière de concevoir les phénomènes volcaniques était en retard sur la science.

Naturellement, c'est en Italie, patrie de l'Etna et du Vésuve, que les phénomènes éruptifs avaient eu leurs premiers observateurs. Les éruptions fréquentes du Vésuve, pendant la fin du XVIIe siècle et pendant le commencement du XVIIIe, donnèrent naissance à des travaux sérieux, mais plus descriptifs que théoriques.

Du reste, tant que ces deux volcans restaient isolés en Europe, ils pouvaient être considérés comme des productions locales par des géologues dont l'attention s'était concentrée sur les terrains de sédiment. Mais tel n'était plus le cas à l'époque où Werner professait. Il fallait alors tout l'entêtement d'un savant habitué à tirer la vérité de son propre cerveau pour nier l'importance des phénomènes volcaniques.

En 1751, Guettard, le collaborateur de Lavoisier et de Monnet pour la publication de l'*Atlas minéralogique de la France*, avait entrepris un voyage en Auvergne avec Malesherbes. A Moulins, il vit employer pour la construction d'un bassin une pierre dont il reconnut immédiatement la ressemblance avec les laves du Vésuve. Il s'informa d'où elle venait. — De Volvic, lui répond-on. — Le nom de Volvic le frappe. *Volcani vicus* ; il y a donc un volcan ! Il y court et reconnaît un cratère parfaitement conservé. Il séjourna quelque temps à Clermont pour étudier les environs ; il s'assura qu'ils sont couverts d'anciens cratères. Toutefois, cette découverte des volcans

éteints antérieurement aux époques historiques passa presque inaperçue.

Dix ans plus tard, au autre savant, Dolomieu, inspecteur royal des manufactures, parcourait le plateau central pour visiter les nombreuses papeteries qui y existaient alors. Voyageant à pied, sans s'inquiéter des auberges, une croute de pain et un morceau de fromage dans la poche, couchant dans une cabane de pâtre ou même à la belle étoile, il aimait à causer avec les gens du pays : maçons, forgerons, carriers. On lui parla d'une roche noire très dure, qu'il fut curieux de voir sur place. Quand il fut arrivé en face de la carrière, il aperçut une foule de piliers prismatiques qui lui rappelèrent ce qu'il avait lu du basalte de la Chaussée-des-Géants. Il reconnut que ces piliers faisaient partie d'une longue traînée qui semblait descendre d'une colline. En la remontant, il trouva un cratère entouré de scories. Il resta quelque temps dans le pays, le parcourant dans tous les sens ; partout il vit le basalte sortir d'un volcan.

Ainsi, il découvrit pour la seconde fois, les volcans éteints de l'Auvergne, mais plus perspicace que Guettard, il reconnut l'origine ignée du basalte.

Cette fois, la découverte fit sensation, car Desmarets, malgré son origine modeste et la simplicité de sa vie, était lié avec toute la société élégante et instruite de l'époque. Il fut élu membre de l'Académie des Sciences, honneur qui faillit lui coûter cher ; le Ministre des Finances trouva que le rang d'académicien était incompatible avec les fonctions d'inspecteur royal des manufactures. Heureusement, ce Ministre ne resta pas longtemps au pouvoir ; son successeur mit Desmarets à la tête de la manufacture de Sèvres.

La découverte de Desmarets fut le signal de nombreux travaux sur les volcans éteints du sud de la France, de

l'Italie et de l'Allemagne. Les géologues français Faujas-St-Fond, de Montlosier, Dolomieu prirent une part très importante à ces études. Le bruit de leurs écrits vint aux oreilles de Werner, qui, ayant à sa porte les basaltes de la Hesse, les avait attribués à une cristallisation dans une mer agitée.

La lutte ne tarda pas à s'engager entre les deux écoles, les Plutonistes et les Neptuniens, lutte véritablement homérique, où les injures tenaient souvent lieu d'arguments, et où l'on poussait l'exagération jusqu'à l'extrême, puisqu'on en arrivait à Freyberg à prétendre que l'obsidienne ou verre volcanique était un produit d'une cristallisation aqueuse.

Werner ne prenait part à la controverse que de vive voix, car il avait une si profonde aversion pour l'acte mécanique de l'écriture qu'il évitait, dit-on, d'ouvrir les lettres qu'on lui adressait pour n'avoir pas à y répondre. Quant à Desmarets, il se bornait, chaque fois qu'un contradicteur soulevait une objection devant lui, à lui dire : « allez et voyez. »

C'est ce que fit Léopold de Buch, l'un des élèves les plus brillants et les plus enthousiastes de Werner. Il partit pour l'Auvergne ; il constata que les volcans étaient entés sur le granit et par conséquent ne pouvaient provenir de l'oxydation de couches pyriteuses. Voyant le basalte sortir comme une coulée de lave du pied des cratères, il dut reconnaître son origine volcanique. Néanmoins il était si convaincu des théories de son maître, qu'il écrivit : « Nous sommes étonnés de ce que nous apprend la vue du mont Dore, mais les vulcanistes les plus ardents ne doivent pas avoir l'audace de considérer ces résultats comme généraux, et de vouloir les appliquer au basalte allemand. »

Son voyage à Madère en 1815, le convertit complètement

au vulcanisme. Il conclut de ses propres observations et de la comparaison des descriptions des voyageurs, que non seulement les îles Madères, mais bien d'autres îles encore, étaient formées uniquement de produits volcaniques, de laves et de scories.

L'influence qu'avait encore sur son esprit l'enseignement de Werner, lui inspira une théorie singulière sur l'origine de la forme conique de ces îles.

Constatant que toutes se présentent comme un cône dont le sommet est occupé par une cavité centrale en forme d'entonnoir, le cratère, et qu'elles sont composées de laves, de tuf, de conglomérat volcanique en couches inclinées qui descendent des bords du cratère vers la mer, il admit que ces diverses matières volcaniques, dues à d'anciennes éruptions dont les bouches sont inconnues, se sont déposées horizontalement dans la mer. Plus tard, le sol poussé de bas en haut par une force intérieure s'est soulevé, s'est déchiré et étoilé.

Il s'est produit une ouverture centrale dont la communication avec l'intérieur a été immédiatement fermée par la chute sur elle-même d'une portion de la masse soulevée. Il en résulta un vaste cirque qu'il nomma *cratère de soulèvement*. Toutefois si cette ouverture vient à se rouvrir par suite d'un nouveau soulèvement, il peut se former dans l'intérieur du cirque un cône plus petit dont l'ouverture restera en communication avec le foyer central et deviendra le siège de l'activité volcanique ; c'est pourquoi il le nomma *cratère d'éruption*.

Comme exemple de sa théorie, de Buch cita le pic de Ténériffe (Fig. 53). Cette montagne conique, nommée aussi pic de Teyde, d'une altitude de 4,500 mètres est terminée par un cratère toujours fumant ; elle est située au milieu d'un cirque cratériforme dont les bords sont élevés de 2500 mètres au-dessus de la mer. De Buch considère la mon-

tagne qui forme le cirque cratériforme comme le résultat d'un premier soulèvement ; quant au Pic de Teyde il serait aussi le résultat d'un soulèvement qui se serait produit au centre du premier cratère [1].

Dans un mémoire publié en 1827, il décrivit tous les volcans connus, et il montra que tous présentent la même disposition. Il la retrouva notamment à l'Etna et au Vésuve. Il dit à propos du Vésuve : « Le volcan tel que nous le voyons est sorti tout formé du sein de la terre en 79.

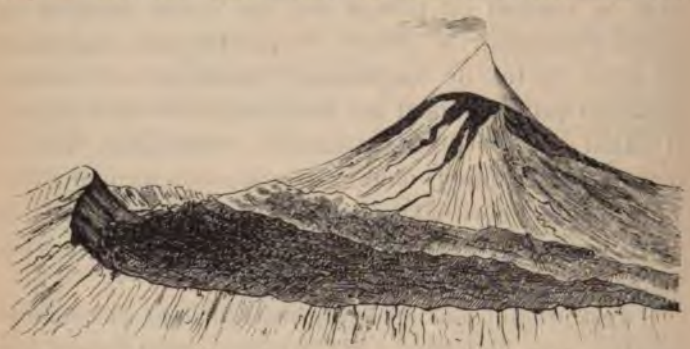


Fig. 53. — *Vue du Pic de Ténériffe*, d'après de Buch (Sommet couvert de neige).

Depuis cette époque, sa hauteur a toujours été en diminuant [2]. » A propos de l'Etna, il ajoute : « Nous ne pouvons pas refuser de voir en lui un individu, pour ainsi dire arrivé à sa perfection au moment de sa naissance. Il ne pourrait pas être le résultat de coulées et d'éruptions successives, sa forme est trop régulière et trop symétrique pour avoir une telle origine [3]. »

Outre Ténériffe, de Buch cite encore Palma, Santorin, Barren-Island, comme des exemples d'îles formées par le soulèvement du sol.

(1) *Description des Iles Canaries*, p. 302.
(2) *Id.*, p. 812.
(3) *Id.*, p. 326.

Bien que Léopold de Buch soit généralement considéré comme ayant imaginé la théorie des cratères de soulèvement, on doit cependant le décharger d'une partie de cette responsabilité, car il en a puisé l'idée dans les récits de Humboldt, autre élève de Werner.

En 1811, dans son essai politique sur la Nouvelle-Espagne, Humboldt donna une description de l'éruption du volcan mexicain, le Jorullo.

« Dans la nuit du 28 au 29 septembre 1759, une plaine de 3 à 4.000 mètres carrés, dans laquelle on cultivait la canne à sucre et l'indigo, se souleva en forme de vessie d'une hauteur de 160 mètres vers le centre ; des milliers de petits cônes de 2 à 3 mètres de hauteur (*hornitos*) sortirent sur tous les points ; au milieu de cette plaine bombée, dite Malpais, et le long d'une crevasse, il s'éleva 6 grands cônes de 4 à 500 mètres d'altitude, dont l'un, le Jorullo, continua à vomir des flammes. »

Tel est le récit de Humboldt qui inspira Léopold de Buch.

Avant les publications, de de Buch, tous les géologues qui avaient observé des volcans, Spallanzani, Breislak, de Saussure, Dolomieu, Hamilton, etc., considéraient les montagnes volcaniques comme des amas de scories et de laves qui s'étaient accumulés sous forme de cônes autour de la bouche de sortie.

La nouvelle théorie fut combattue immédiatement par deux géologues anglais qui s'étaient livrés particulièrement à l'étude des volcans.

Poulet Scrope dans son livre sur les volcans [1] soutint l'opinion de Spallanzani; il fit remarquer la disposition des lits de cendre et de scories à l'île de Nisita et au cap

---

(1) *Consideration on Volcanos* 1825. Trans. Géol. Soc. Lond. 2me S. II p. 341, 1827.

Misène (fig. 54), ainsi que dans tous les cratères de la Campanie. A partir du pourtour du cratère ces lits plongent à la fois vers l'intérieur de la cavité et vers l'extérieur du cône; une telle disposition est incompatible avec l'idée de soulèvement, tandis qu'elle est caractéristique d'un talus annulaire formé par une accumulation de débris.

Quelques années plus tard, Lyell apporta à l'ancienne doctrine l'appui de ses nombreuses observations et de son talent d'écrivain (1).

Fig. 54. — *Vue du Cap Misène* par Poulett Scrope

En France, la théorie de de Buch, présentée par Humboldt fut accueillie d'enthousiasme par Arago et ses amis.

Elie de Beaumont publia en 1829 dans la Revue Française un résumé des trois mémoires de de Buch; il reproduisit l'année suivante une partie du même article dans les Annales des Sciences naturelles (2).

Arago consacra plusieurs pages d'une notice célèbre, publiée dans l'Annuaire du Bureau des longitudes pour 1830 à énumérer quelques cas de terrains soulevés à une époque récente. Il cite d'abord sous le témoignage de Humboldt l'éruption de Jorullo, puis celle de Néa Kaiméni

(1) *Principles of Geology* 1830.
(2) Ann. des Sciences Naturelles XIX. p. 390-428. 1830

à Santorin et enfin le soulèvement de la côte de Valparaiso au Chili.

Lorsqu'on apprit l'apparition de l'île Julia au milieu de la Méditerranée, on y vit une nouvelle preuve en faveur des soulèvements.

Constant Prévost, qui n'avait jamais visité de volcans, qui avait suivi les leçons de Werner, qui était l'ami de Humboldt et de de Buch, avait naturellement adopté leur théorie. Cependant, il le dit dans ses notes, il n'était pas complètement convaincu.

A Julia, il ne trouva qu'un cratère d'éruption. Ses doutes augmentèrent ; cependant il écrivit dans sa première lettre : « Si comme cela est présumable, l'apparition du cratère d'éruption a été précédée du soulèvement du sol, il doit exister autour de l'île Julia une ceinture de rochers soulevés qui forment le bord du cratère de soulèvement (1) ». Malgré cette restriction, le rapport de Constant Prévost fut un coup de foudre pour les partisans des cratères de soulèvement. Arago était exaspéré. Il annonça à l'Académie que Constant Prévost donnait des preuves de l'existence du soulèvement. Il ne consentit à laisser publier son rapport dans les Annales des Sciences Naturelles qu'à la condition qu'il serait suivi d'une note corrective, où on lit, sous la signature d'Alexandre Brongniart, les phrases suivantes : « Les figures 1 et 2 nous font voir la forme et la structure de ce sol évidemment soulevé... Les observations et les figures faites par Constant Prévost ont donc déjà contribué à faire concevoir et admettre la réalité et la généralité de la théorie des soulèvements (2). »

D'un autre côté, le rapport sur les progrès de la géologie en 1830 et 1831, lu par Ami Boué, dans la séance du 30

(1) Bull. Soc. Géol. II, p. 37.
(2) Ann. Sc. Nat. XXIV, p. 112.

janvier 1832, nous apprend que Constant Prévost et Cordier sont opposés à la théorie des cratères de soulèvement.

L'opinion de Constant Prévost ne pouvait être connue que par sa correspondance puisqu'il était alors en Sicile. Il rappela, en effet plus tard [1] qu'il avait annoncé dans ses lettres et dans son second rapport à l'Académie que tous les faits observés dans les terrains volcaniques de la Sicile et de l'Italie lui avaient paru opposés à la théorie des cratères de soulèvement.

Le second rapport à l'Académie, dont il est fait mention ici, fut présenté dans la séance du 24 septembre 1832.

Constant Prévost y abandonna l'idée de l'existence d'un cirque de soulèvement sous-marin autour de l'île Julia. On y lit cette phrase bien caractéristique : « Après avoir cherché les fondements et les preuves d'une hypothèse séduisante, que de confiance j'avais adoptée, je n'ai rien trouvé qui satisfit mon esprit favorablement prévenu et je ne comprenais plus rien aux cratères de soulèvement. » Il faut remarquer que Constant Prévost ne déclarait pas que la théorie fut fausse, mais il pensait qu'elle n'était applicable à aucun des cas qu'il avait observés.

Quant aux opinions de Cordier, elles étaient probablement connues par sa conversation, car Cordier évitait d'écrire sur ce sujet, bien qu'il eût une compétence toute spéciale par ses études et par son voyage à Ténériffe.

Ce fut seulement à la séance de la Société géologique du 7 mai 1832 qu'il prit part pour la première fois à la discussion sur les cratères de soulèvement. A la suite d'une communication de de Montlosier sur les cratères d'explosion, Cordier protesta contre la réalité des prétendus cratères de soulèvement [2].

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. III, p. 297 (1833).

(2) Bull. Soc. Géol. Fr., II, p. 399.

Il ne reconnaissait que trois espèces de cratères :

1° Les cratères dans lesquels les gaz seuls ont été en action et ont produit quelque chose d'analogue à l'explosion d'une mine. Ces cratères ont peu ou point de saillie. Ils affectent la forme d'un entonnoir irrégulier dont les bords sont composés par les couches même du terrain. On ne voit autour de l'ouverture que des débris dispersés et communément peu abondants du sol, qui a été superficiellement évidé par la violence des gaz.

Cordier ne cite pas d'exemple de ces cratères et on ne sait à quelle disposition il fait allusion. En tous cas les éruptions par explosion sont bien analogues à l'hypothèse que vient de développer M. Daubrée à propos des cheminées diamantifères de l'Afrique australe.

2° Les cratères dans lesquels l'explosion des gaz est accompagnée de projections de lave à l'état de déjections incohérentes qui s'accumulent autour de la cheminée éruptive sous forme de montagne conique.

3° Les cratères formés comme les précédents, mais avec épanchement de lave liquide.

Elie de Beaumont étant venu citer comme cratères de soulèvement le Cantal et le mont Dore, Cordier fut plus explicite encore. Il ne voit dans ces massifs montagneux qu'une immense accumulation de courants de toute espèce, alternant avec des couches de déjections incohérentes, les unes meubles, les autres consolidées. Toutes ces couches volcaniques sont en place et à leur niveau primitif. Elles remontent toutes avec quelques degrés vers le centre du massif de la montagne, parce que c'est de ce centre, ou des points voisins qu'elles sont sorties, pour s'étendre au loin et pour couler en rayonnant vers les plaines.

« Il est inutile d'invoquer des forces insolites, imaginaires, purement locales et vraiment merveilleuses,

puisqu'elles auraient eu à remuer l'écorce de la terre jusqu'à ses fondements (10 à 12 lieues d'épaisseur au moins) sur une étendue de 12 lieues de diamètre. »

« Les effets qu'on attribue à l'hypothèse sont précisément contraires à ce qu'indiquent les plus simples notions de la géométrie des solides. »

« Ainsi, par exemple, tout est plein et formé de couches successives à peu près horizontales au centre du mont Dore et du Cantal (sauf quelques filons et quelques amas colonnaires qui indiquent la place de diverses cheminées éruptives) et d'une autre part les vallées vont en s'élargissant et en se multipliant du centre vers la circonférence. Or, le prétendu soulèvement aurait produit un effet absolument différent; il devrait y avoir au centre de ces deux massifs de montagnes un immense entonnoir, un gouffre énorme, profond de toute l'épaisseur du sol primordial qui supporte la pellicule volcanique, large en proportion de cette épaisseur, dont la bordure serait au moins superficiellement dessinée, malgré les matières adventives qui auraient pu le combler en partie, et duquel partiraient d'énormes crevasses, des gorges escarpées qui se rétréciraient en s'éloignant du centre commun, et viendraient se fermer et disparaître à la circonférence (1). »

Cordier venait d'exposer les critiques générales que l'on pouvait faire à la théorie des cratères de soulèvement. A partir de ce moment, il ne prit plus aucune part à cette importante discussion dont l'ardeur allait s'accroissant chaque jour ; mais il n'abandonna pas ses opinions.

Quelques-uns peuvent encore se rappeler ce vénérable professeur âgé de 80 ans, faisant son cours assis dans son fauteuil, d'une voix claire, mais monotone, où un mot ne se distinguait des autres que parce qu'il était

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. II p 401.

précédé d'une plus longue attente. Il ne s'animait qu'une fois par an, lorsqu'il parlait des soulèvements. On voyait alors ce grand vieillard se lever pour protester du haut de sa taille, toujours droite, contre la théorie qui faisait pousser comme des champignons, les volcans et les montagnes.

De Buch, sans avoir jamais visité Santorin la considérait comme un des exemples les plus remarquables de cratère de soulèvement.

Les îles de Santorin se composent de trois îles, Santorin, Thérasia, Apronisi, circonscrivant un espace circulaire de 2 lieues de diamètre, dans lesquelles surgissent quelques îlots, les Kaiménis (fig. 56, p. 316). Pour de Buch, les îles extérieures seraient les restes d'un vaste cratère de soulèvement. Quant aux Kaiménis, elles seraient encore le résultat de soulèvements isolés dans l'intérieur du grand cratère.

« La sortie de chacune d'elle semble avoir été une tentative de la nature pour l'établissement d'un cône d'éruption. Mais jusqu'à présent toutes ces tentatives ont manqué [1]. »

Virlet d'Aoust, lut, le 17 décembre 1832, une série de considérations sur le système volcanique de Santorin [2]. Il déclara qu'après avoir étudié ces îles, il s'est convaincu qu'elles constituent un cratère d'éruption. La falaise qui entoure le golfe présente une immense série de lits de tufs et d'agrégats trachytiques, comme le montre la section intérieure des cratères d'éruption ; les laves n'y manquent pas ainsi que le croyait de Buch ; elles sont représentées par des coulées trachytiques, qui se retrouvent à toutes les hauteurs.

---

(1) Élie de Baumont : Ann Sc. Nat. XIX p. 398.

(2) Bull. Soc. Géol. Fr. III p. 287 et 302. Voir aussi IX p. 172.

Il insista sur la régularité des couches qui inclinent avec une faible pente depuis l'escarpement à pic du cratère jusqu'à la circonférence extérieure, où elles plongent dans la mer. On ne comprendrait pas comment une masse si considérable aurait pu être soulevée sans brisure ou dislocation.

En admettant que les détroits qui séparent les trois îles soient des fractures comparables aux *Barancos* (1) de Palma, l'île de Santorin, qui forme les deux tiers de la circonférence, devrait présenter des traces de dislocation. Enfin, la partie méridionale de Santorin est composée de calcaires et de schistes qui constituent le noyau primitif de l'île et qui montrent la même direction que les roches primordiales de l'Archipel ; ils n'ont donc pas été dérangés par un soulèvement.

Virlet donne ensuite des détails sur les éruptions historiques qui ont fait naître les Kaiménis.

Élie de Beaumont et Dufrénoy ayant soutenu la théorie de de Buch sur Santorin, Virlet y répondit par un mémoire intitulé : *Examen de la théorie des cratères de soulèvement* (2).

Il admet les soulèvements rectilignes qui donnent naissance aux chaînes de montagnes, les soulèvements circulaires ou centraux qui produisent certaines montagnes côniques ou mamelonnées. Mais toutes les montagnes volcaniques sont des cônes d'éruption, l'Etna avec le mont Gibello, le Vésuve et la Somma, Stromboli, Vulcano, le Puy-de-Dôme et même Palma.

Il énumère longuement quels doivent être les caractères des cônes de soulèvement ; il insiste sur le nombre et la

(1) On désigne à Palma, sous le nom de *Barancos*, des vallées qui, partant des bords extérieurs du cratère, s'étendent jusqu'au bas de la montagne.

(2) Bull. Soc. Géol. III, p. 103, 1833 (voir aussi VI, p. 128).

forme des fractures rayonnantes qui résulteraient de l'étoilement; ces fractures seront au nombre d'au moins trois ou quatre; elles auront leur plus grande largeur et leur plus grande profondeur à leur origine dans la cavité centrale, tandis qu'elles devront diminuer dans toutes leurs dimensions à mesure qu'elles se rapprochent de la circonférence du cône. Le cratère de Palma lui-même ne remplit pas ces conditions, car il n'y a qu'une seule vallée qui puisse être considérée comme vallée de fracture, le Barancos de las Augustias. Quant aux nombreux petits Barancos qui entourent le cône, ce ne sont que des vallées d'érosion comme celles que l'on remarque autour des cônes d'éruption de Stromboli, de Vulcano, etc. Il cherche à démontrer par le calcul que pour produire un cône comme celui de Santorin, il faudrait un soulèvement de près de 129,730 mètres de hauteur s'exerçant sur une surface circulaire de 64,139,784 mètres de rayon. Il se hâte de déclarer de tels résultats absurdes. Il arrive également à des conclusions analogues pour Palma.

Élie de Beaumont et Dufrénoy contestèrent l'exactitude du raisonnement mathémathique de Virlet.

Dufrénoy donna ensuite la définition du cratère de soulèvement. C'est une cavité circulaire présentant un escarpement abrupt à l'intérieur avec des pentes ordinairement très douces extérieurement, et offrant la forme d'un cône très surbaissé, dont le pourtour est divisé par des fentes de déchirement qui peuvent avoir été élargies par des érosions postérieures. Puis il ajoute : « Ces sortes de cratères ou cavités en entonnoir existent non seulement dans les terrains volcaniques, mais dans les terrains de toute autre nature, granitiques et calcaires [1]. »

A cette nouvelle affirmation, qui venait compliquer et

(1) Bull. Soc. Géol. III, p. 296.

étendre la question, d'Omalius d'Halloy applaudit, tandis que Constant Prévost protesta.

Peu de temps après la communication de Virlet, il se passa un fait important dans l'histoire de la discussion.

On sait par ce qui a été dit dans les chapitres précédents qu'à l'époque où Constant Prévost visitait la Sicile et le sud de l'Italie, ces pays étaient parcourus par une expédition de géologues allemands. Son chef, Fréd. Hoffmann, professeur à l'Université de Berlin, disciple de Werner et ami de de Buch, arriva en Italie imbu de la vérité des cratères de soulèvement. Il crut en trouver un exemple dans les monts Albains, puis dans le Vésuve, enfin et surtout dans l'Etna.

Les observations faites à Julia et à Pantellaria ne lui parurent pas contradictoires. Mais il lui fut impossible de retrouver des cratères de soulèvement à Stromboli et dans les autres îles Lipari. A Naples, il se rencontra avec Constant Prévost; ils discutèrent *légèrement*, c'est Hoffmann qui le dit (1), la théorie en vogue. Toujours est-il qu'une nouvelle étude du Vésuve, celle des Champs Phlégréens et d'Ischia, le convainquit qu'il ne pouvait pas s'y trouver de cratère de soulèvement.

Il prévint loyalement de Buch de sa conversion. Sa lettre ne fut pas publiée comme l'avaient été les précédentes, et à son retour à Berlin, il fut reçu en transfuge.

A la fin de l'année 1832, il écrivit à la Société Géologique de France une lettre célèbre comme exemple de

---

(1) Constant Prévost n'est pas du même avis. On trouve dans une de ses notes inédites la phrase suivante : « A Naples j'eus l'insigne avantage de rencontrer encore Fr. Hoffmann, de si regrettable mémoire : c'est au Vésuve et au Monte Nuovo que se poursuivit entre nous une lutte aussi gaie qu'animée, comparable pour la loyauté, la vigueur et le désir de trouver la vérité à celle que j'ai soutenue depuis, sur le même sujet, contre mon adversaire actuel, d'Omalius d'Halloy. »

loyauté scientifique. Il y rétracte ses premières opinions sur l'Etna [1]. Un tel aveu venant d'un géologue de la valeur de Fr. Hoffmann, portait un coup terrible à la théorie.

Cette même année 1833 vit paraître le grand mémoire de Dufrénoy et d'Élie de Beaumont *Sur les groupes du Mont Dore et du Cantal et sur les soulèvements auxquels ces montagnes doivent leur relief* [2].

Les auteurs, en décrivant la structure géologique de ces deux groupes de montagnes examinent les causes qui leur ont donné leur forme actuelle. Ils l'attribuent à un soulèvement postérieur à la sortie des basaltes. Ils admettent que les basaltes et les trachytes se sont étendus à la surface du sol en épaisses nappes horizontales et s'y sont refroidies assez tranquillement pour acquérir une structure compacte, exempte de cellulosité ; ils ne pensent pas que des roches à texture aussi serrée aient pu se solidifier sur des pentes de plus de 3 degrés, d'où il résulte qu'un cône revêtu de basalte est nécessairement un cône de soulèvement. « Dès lors, disent-ils, si de semblables nappes, comme cela arrive au Mont Dore et au Cantal, se relèvent vers un point central sous des angles variables, qui vont en quelques points jusqu'à plus de 12 degrés, on est fondé à supposer que la croûte extérieure du globe a éprouvé en ce point l'action d'une force agissant de bas en haut, qui l'a en quelque sorte étoilée et qui a relevé en forme de pyramide les secteurs désunis de la surface plane primitive [3]. »

Au Cantal et au Mont Dore, ils signalent, en outre, des cônes de phonolite autour desquels les roches se relèvent

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. III, p. 170. Séance du 28 janvier 1833.

(2) Ann. des Mines, 3e série, III, p. 531, 1833. — Bull. Soc. Géol. Fr., III, p. 205-274, 1833.

(3) Bull. Soc. Géol. Fr. III p. 2.

de tous côtés. Ils les considèrent comme les causes du soulèvement [1].

Le mémoire est précédé d'une introduction où les auteurs exposent et expliquent les caractères des cratères de soulèvement. De plus, ils indiquent dans ces montagnes l'existence de plusieurs vallées profondes qui leur paraissent dues à un déchirement produit par l'élévation brusque du sol.

L'attention de la Société géologique était attirée au plus haut point vers les volcans et vers l'Auvergne. Aussi, on décida que la réunion extraordinaire de 1833 aurait lieu à Clermont. On voit avec étonnement que, ni Élie de Beaumont, ni Dufrénoy n'y assistèrent. C'était laisser le champ libre à leurs adversaires.

Constant Prévost montra l'analogie des coulées des volcans de l'Auvergne et en particulier de celui de Volvic, avec les laves actuelles de l'Etna et du Vésuve [2]. A propos des pépérites qui se trouvent dans les couches de la Limagne, il exposa comment, dans un volcan submergé, les déjections volcaniques ne forment pas de cratère et se déposent en couches stratifiées. C'est ce qui a eu lieu dans le lac où se produisait le calcaire d'eau douce de la Limagne [3].

La théorie des cratères de soulèvement, trouva un défenseur dans Lecocq. Il attribuait à l'éruption des volcans modernes le soulèvement du Mont Dore, du Cantal, et même celui des trachytes du Puy-de-Dôme et du Sarcouy. Il eut comme adversaires Croiset, de Montlosier et Constant Prévost.

Constant Prévost dit qu'un volcan, loin d'être un agent de soulèvement, n'est que le produit d'une action qui

(1) Ann. des Mines 3e série, III, p. 599.
(2) Bull. Soc. Géol. IV, p. 8.
(3) Bull. Soc. Géol. IV p. 33.

agit, non pas d'une manière subite, mais successive et son élévation au-dessus de sa base est le résultat de l'accumulation de matières ignées, qui à diverses reprises ont été rejetées par ses ouvertures. Rien ne conduit à penser que ces ouvertures elles-mêmes ont été déterminées par les matières qu'elles rejettent ; « rien dans les volcans ne montre les résultats d'une force qui aurait commencé par soulever et fracturer le sol sur une grande étendue et une grande hauteur (1). »

Loin d'attribuer aux phonolites de Sanadoire et de la Thuilière une origine plus récente que celle des trachytes et des basaltes qu'ils auraient soulevés, Constant Prévost dit que ces masses appartiennent aux plus anciens phénomènes volcaniques, que la phonolite a grands rapports avec le trachyte, c'est de la lave trachytique refroidie dans les cheminées d'éruption. Il admet que les basaltes que l'on voit sur les plateaux environnants ont percé les masses trachytiques et phonolitiques (2).

Après que la session extraordinaire de la Société géologique eut été close à Issoire, Constant Prévost continua à explorer la contrée volcanique du centre de la France avec son fidèle Montalembert. Il visita les environs du Puy, le Velay, le Mezenc, le Vivarais, le Cantal et revint une seconde fois au mont Dore.

A son retour à Paris, il envoya au Président de l'Académie des Sciences le 18 novembre 1833 une lettre (3) où il rendait compte de ses observations.

---

(1) Bull. Soc. Géol. IV p. 20.

(2) Bull. Soc. Géol. IV p. 49.

(3) Cette lettre fut imprimée à la suite du mémoire sur l'île Julia dans les Mémoires de la Société Géologique de France. Il n'en est pas fait mention dans les publications de l'Académie, mais les journaux du temps en donnent l'analyse et disent qu'elle fut lue par le secrétaire perpétuel sur la demande de plusieurs membres.

Il déclare que par leur forme générale et la disposition des roches, les volcans de la France centrale sont parfaitement comparables au Vésuve et à l'Etna. Les vallées convergent non pas vers des cavités centrales, comme le voudrait la théorie, mais vers des cols et des crêtes. Les matières volcaniques ont une épaisseur beaucoup plus grande au centre que sur les bords. Il faudrait donc supposer, si elles ont été soulevées, qu'elles avaient primitivement rempli des bassins sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

De ces raisons et de plusieurs autres, il conclut que le Cantal, le mont Dore et le Mezenc sont formés, comme le Vésuve et l'Etna, par l'accumulation successive des matières volcaniques épanchées sous forme de coulées ou projetées à l'état pulvérulent et fragmentaire par de nombreuses ouvertures. « Ces éruptions n'ont que localement et rarement dérangé le sol à travers lequel elles se sont fait jour. »

« La théorie des cratères de soulèvement serait donc aussi inapplicable au mont Dore et au Cantal qu'à l'Etna, au Vésuve, à Vulcano, à Santorin et peut-être à Palma, à Ténériffe. »

Ce n'est pas que Constant Prévost repoussât alors d'une manière absolue les cratères de soulèvement ; il distinguait entre la théorie qui, rationnelle en elle-même, peut convenir à certains cas et les applications trop générales qu'on en a faites [1].

La discussion sur les volcans d'Auvergne recommença à la Société Géologique, lors de la réouverture des séances à Paris.

Des Genevez, qui avait assisté à la réunion de Clermont, s'en prit d'abord à l'assimilation des dépressions de la

(1) Bull. Soc. Geol. IV, p. 305.

lune à des cratères de soulèvement (1). Puis il présenta des observations sur le Cantal et le mont Dore (2). On y trouve plusieurs faits bien établis : la disposition des trachytes en coulées, la multiplicité des périodes trachytiques, la position des phonolites entre les trachytes et les basaltes, l'émission du basalte à deux époques distinctes. Il montre que les phonolites du Griou n'ont pas été un agent de soulèvement, puisque les assises sur lesquelles elles reposent ne sont pas dérangées et que les trachytes des contreforts sont inclinés en sens contraire de la poussée qu'aurait exercée le Griou.

Dans la discussion qui suivit cette lecture, MM. E. de Beaumont, Dufrénoy, Burat et Fournet soutinrent la théorie des cratères de soulèvement, tandis que Constant Prévost appuya les idées de Des Genevez (3).

On a vu que les partisans des cratères de soulèvement prétendaient que la force interne soulevante pouvait agir sur toute espèce de terrain et qu'il devait y avoir des cratères de soulèvement dans les terrains granitiques ou calcaires.

Burat qui, dans sa description des terrains volcaniques de la France centrale (1833) avait adopté les théories d'Elie de Beaumont, avait cité comme exemple de cratère de soulèvement établi dans un sol non volcanique, le cirque du Pal au midi du Cantal.

Les bords étaient entièrement granitiques, et vers le centre seulement de la plaine circulaire qui forme le fond, surgissent trois montagnes côniques de nature basaltique (4).

---

(1) Bull. Soc Géol. IV, p. 98. séance du 2 Décembre 1833.
(2) Bull. Soc. Géol., IV, p. 114. Séance du 9 Décembre 1833.
(3) Bull. Soc. Géol., IV, p. 116, 124, 145, 225.
(4) Bull. Soc. Géol. 1re s., III, p. 169 ?

Constant Prévost démontra que Burat s'était trompé ; les rochers granitiques du cirque sont couverts de cendres et de scories et même les deux tiers de la circonférence du cirque sont formés de ces matières. Donc, le Pal est un cratère d'éruption (1).

Peu après, à la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Strasbourg, Boué appela l'attention sur l'existence, dans les montagnes de la Carinthie, loin de tout volcan et de toute roche éruptive, de cirques cratériformes, qu'il considère comme le résultat du soulèvement de la masse inférieure et de l'écartement des parties supérieures (2). A ce propos, Rozet rappela qu'il y a plusieurs de ces cavités dans le Jura et qu'elles doivent exister dans toutes les chaînes de montagnes (3).

Mais ces observations sur la forme des vallées montagneuses étaient trop en dehors des phénomènes volcaniques pour que l'attention de la Société s'y arrêtât longtemps.

Pendant l'automne de l'année 1835, Constant Prévost alla dans l'Eifel. Voilà comment il parle de ce voyage dans une note inédite.

« Je n'oublierai jamais le plaisir et le bonheur que j'ai éprouvé à traverser à pied, seul avec mon célèbre et aimable ami d'Omalius d'Halloy, le sol volcanisé et pour ainsi dire encore brûlant de l'Eifel et des bords du Rhin. Nous nous rendions à Bonn, à la réunion des Naturalistes allemands. »

« Cette traversée fut doublement instructive pour moi par les observations nouvelles qu'elle m'a donné l'occasion de faire et par les controverses qui s'élévèrent entre nous.

---

(1) Bull. Soc. Géol., 1re s., IV p. 305. 20 fév. 1834.

(2) Bull. Soc. Géol. VI, p. 30.

(3) Bull. Soc. Géol. IV, p. 48. Rapport sur les travaux de la Société géologique de France en 1834.

J'étais alors aussi animé pour l'attaque de la théorie des cratères de soulèvement, que je regardais comme une erreur célèbre, que M. d'Omalius était entraîné, avec la grande majorité des plus éminents géologues, à la soutenir comme une vérité de grande importance. C'est au bord des lacs de Daun, sur le cratère de Gérolstein, au sommet du Siebengebirge, que nous essayâmes successivement nos objections. »

« Les journées n'étaient pas assez longues pour tarir les raisons que nous trouvions pour expliquer chacun dans le sens de nos doctrines les faits en présence desquels nous nous trouvions. »

« Nous poursuivions à table et la nuit les raisonnements que la tombée du jour nous avait forcé d'interrompre sur le terrain. »

« C'est dans ces combats si gais, si animés de l'Eifel que j'ai pris la hardiesse d'entrer en lice à Bonn avec l'illustre auteur de la théorie des cratères de soulèvement. M. de Buch a daigné répondre à mes objections et j'ai le bonheur de penser que ma confiance ne m'a fait perdre aucun titre à l'estime de ce patriarche de la science. »

Avec l'année 1835, nous arrivons à trois publications de première importance dans l'histoire des théories volcaniques en France ; celle de Constant Prévost sur l'île Julia, d'Élie de Beaumont sur l'Etna et de Dufrénoy sur le Vésuve.

Le travail de Constant Prévost sur l'île Julia parut dans les Mémoires de la Société Géologique de France.

Après avoir décrit les phénomènes dont il avait été témoin à Julia, il examine si cette île est due à un soulèvement. Il répond par la négative comme il l'avait fait dans son premier rapport à l'Académie. De plus, il retire son hypothèse, qu'il existait autour de l'île une ceinture de rochers formée par les bords du cratère de soulèvement ;

il déclare que cette conjecture était le résultat de ses opinions préconçues en faveur de la séduisante théorie de M. de Buch.

Il discute ensuite la théorie des cratères de soulèvement à la lumière des observations qu'il a faites à l'Etna, aux îles Lipari, au Vésuve, en Auvergne et dans le Vivarais.

La présentation de ce mémoire à l'Académie avait été suivie d'un rapport fait par Cordier (1), le 7 mars 1836, sur la mission remplie par Constant Prévost. Bien que le rapporteur eût évité de se prononcer sur les questions théoriques, il félicitait le voyageur de la manière dont il avait rempli sa mission.

Ces éloges ne plurent pas à Arago. Il déclara à l'Académie qu'il présenterait plusieurs observations contraires aux conclusions de Constant Prévost. Il le fit un an plus tard, dans la séance du 15 mai 1837. En se basant sur les opérations de sondage et sur les observations thermométriques, il prétendit que l'île Julia était un fond de mer soulevé (2). Constant Prévost n'eut pas de peine à réfuter ces objections (3).

Dufrénoy et Élie de Beaumont avaient compris qu'au point où en était la discussion, ils ne pouvaient convenablement soutenir leur thèse qu'après avoir visité des volcans actifs ; ils partirent donc pour l'Italie avec de Buch, en septembre 1834. Dufrénoy se chargea du Vésuve et Élie de Beaumont fit l'étude de l'Etna.

Le mémoire d'Élie de Beaumont parut en 1836 dans les Annales des Mines (4). Le cadre du présent travail ne comporte pas son analyse. Élie de Beaumont maintient que la gibbosité centrale de l'Etna est un cône de soulè-

(1) C. R. Ac. Sc. II, p 243.
(2) C. R. A. Sc. IV, p. 753, mai 1837.
(3) Bull. Soc. Géol., I, VIII, p. 284.
(4) Ann. des Mines, 3e sie, IX, p. 175-575 et X, p. 351 et 507.

vement ; il en trouve la preuve principalement dans la saillie rapide de cette gibbosité qui contraste fortement avec les pentes douces des talus latéraux. Il insiste sur la régularité des couches de lave et de scories que l'on voit dans les escarpements du Val del Bove. Il ne croit pas que des matières meubles et liquides puissent présenter une telle régularité en coulant ou en tombant sur des pentes considérables.

Voici ses conclusions : Le sol à peu près plat, qui se trouve aujourd'hui occupé par l'Etna, s'est d'abord fendu à un grand nombre de reprises successives, suivant diverses directions.

Par ces fentes sortirent des laves qui se répandirent en nappes horizontales minces et uniformes. Les éruptions de lave étaient accompagnées de projections de scories qui retombaient sous forme de pluie sur les espaces environnants et qui se déposaient aussi en couches horizontales (1).

Un jour l'agent intérieur, qui fendait si souvent le terrain, ayant sans doute déployé une énergie extraordinaire l'a rompu et soulevé. Dès lors, l'Etna a été une montagne et le canal de communication entre l'intérieur du globe et l'atmosphère étant resté ouvert, cette montagne a été un volcan permanent.

Cependant Elie de Beaumont attribuait aux phénomènes éruptifs proprement dits une importance bien plus grande que ne le faisait de Buch.

Pour lui, tous les petits cônes parasites, qui jonchent comme autant de pustules les flancs de l'Etna, sont formés

---

(1) Comment Elie de Beaumont pouvait-il expliquer que les scories et les cendres ne s'amassaient pas en monticules coniques autour des bouches, dans la première phase éruptive ? En quoi la deuxième phase éruptive différait-elle de la première ?

par l'accumulation des scories et des cendres autour d'une bouche d'éruption ; il l'admet pour les monts Rossi, qui atteignent l'élévation de 135 mètres, et même pour le cône supérieur [1], qui s'élève de 300 mètres sur le Piano del Lago, plateau terminal du mont Gibello (Fig. 55).

Plus tard, il fit même une brèche plus considérable à la théorie des soulèvements, car il reconnut que le Vésuve et même le Pic de Teyde à Ténériffe étaient des cônes d'éruption formés par une accumulation de matières volcaniques autour de l'ouverture qui leur avait livré passage [2].

Fig. 55. — *Vue de l'Etna*, d'après Sartorius de Walterhausen

A Cône supérieur.
B Plateau dit Piano del Lago terminant le Monte-Gibello.
C Cônes parasites sur les flancs de l'Etna.

Un pas de plus et il trouvait la vérité ; mais, ce pas, il ne sut pas ou plutôt il ne put pas le faire. Par suite d'un phénomène psychique bien commun chez les hommes de génie, cet observateur si sagace, ce statigraphe qui est encore pour nous un maître et un modèle, vit se dresser

(1) Loc. cit. IX p. 207, 604
(2) Mémoires IV p. 157.

devant son esprit, comme des obstacles insurmontables, quelques objections secondaires déjà en grande partie résolues, et qu'une observation un peu attentive eût rapidement levées.

Le mémoire de Dufrénoy (1) sur les terrains volcaniques des environs de Naples parut après celui d'Élie de Beaumont. Il s'inspire de la foi la plus vive et la plus naïve en la théorie de de Buch.

Il conclut, comme la théorie le voulait, que la Somma est un cratère de soulèvement, que le Vésuve est aussi un cône de soulèvement, que le Monte Nuovo est sorti de terre sous la forme d'une vaste ampoule qui s'est crevée de manière à produire un cratère (2). Que les autres cônes de la Campanie et en particulier l'Astroni sont formés par du tuf déposé en couches horizontales dans le sein de la mer, puis soulevé par l'arrivée au jour du trachyte (3). Cônes de soulèvement aussi les quatre petits cônes parasites qui se sont produits sur les flancs du Vésuve près de Torre del Græco en 1760, et les autres cônes de scories formés en juin 1834 dans le cratère principal et sur ses bords (4).

Ces appréciations reposent sur de simples conjectures, sur des observations superficielles, et même sur des erreurs incompréhensibles.

Dufrénoy prend les roches calcaires si riches en minéraux de la Somma pour des galets ; lui, minéralogiste, ne reconnaît pas l'amphigène dans les laves modernes du Vésuve !

De Buch, qui avait accompagné Dufrénoy et Élie de Beaumont, chercha à étayer sa théorie sur de nouveaux

---

(1) Ann. des Mines, 3e S., XI p. 113, 369-389.
(2) Loc. cit., p. 152.
(3) Loc. cit., p. 145-149.
(4) Loc. cit., p. 399-401.

arguments [1]. Il insista sur ce que les cratères de soulèvement ne sont pas des volcans et en sont même bien distincts, mais les cônes volcaniques ont été produits par soulèvement.

Une découverte faite au Vésuve par Pilla, professeur à Naples, parut donner raison à Dufrénoy. Il annonça à la Société Géologique de France [2] qu'il venait de découvrir sur les flancs de la Somma, une espèce de trass contenant les coquilles marines des marnes subapennines, d'où il conclut que le volcan primitif du Vésuve est un volcan immergé. Naturellement, Dufrénoy fit valoir cette découverte comme un argument en faveur du soulèvement de la Somma.

Constant Prévost exprima l'opinion que les fragments de calcaire avec fossiles tertiaires, qu'il avait lui-même ramassés dans le même lieu, peuvent avoir été arrachés par le volcan aux parois de sa cheminée et projetés avec les scories. Il rappelle que dans l'éruption de 1631, on a dit que des coquilles marines avaient été rejetées par le Vésuve, et il cite d'autres faits du même genre.

Du reste, il ne repoussait pas que la Somma n'ait été dans les premiers temps un volcan sous-marin.

Depuis longtemps, on connaissait des fossiles marins dans le tuf de la Somma et dans celui des Champs Phlégréens; on avait supposé que ce tuf s'était déposé sous l'eau, et que les premiers volcans avaient été des volcans sous-marins. Le sol aurait ensuite été relevé par un mouvement général, mais rien ne portait à conclure que son relief ait été changé et qu'il ait été soulevé localement pour constituer les cônes volcaniques.

---

(1) Ann. Pogg. t. 37, p. 169 (1836) et *Description physique des t les Canaries*, traduction française.

(2) Bull. Soc. Géol. Fr. VIII, p. 119

La discussion fut portée à l'Académie des Sciences [1], où Élie de Beaumont déclara que les faits allégués par Constant Prévost ne détruisaient pas la valeur de la découverte de Pilla et des conséquences qu'on pouvait en déduire.

Dufrénoy insista de nouveau sur l'identité du tuf qui couvre toute la Campanie et qui forme les cônes volcaniques de l'Astroni, de la Solfatare, de Monte Nuovo, de la Somma, de l'Epoméo. Constant Prévost lui répondit que ces tufs sont variables d'âge et de formation.

Le silence se fit, où parut se faire, sur la théorie des cratères de soulèvement, chacun des lutteurs demeurant sur ses positions ; tous les arguments avaient été épuisés pour et contre.

Sous l'influence d'Arago, d'Elie de Beaumont, d'Humboldt la théorie pénétrait peu à peu dans l'opinion publique ; elle fut reproduite dans les livres élémentaires ; elle entra plus tard dans l'enseignement secondaire ; en un mot, elle devint la théorie officielle.

Mais Constant Prévost n'était pas disposé à se taire. Lui qui avait bravé Cuvier dans toute sa gloire, ne baissait pas pavillon devant le succès de ses adversaires. Chaque année dans sa chaire de la Sorbonne, il démolissait les cratères de soulèvement. Il saisissait toutes les occasions de porter la question devant la Société Géologique, devant la Société Philomatique, devant l'Académie. Bien qu'il ne fût pas seul à nier les cratères de soulèvement, bien que d'autres avant lui eussent soutenu que tous les cônes volcaniques étaient des cônes d'éruption, il fut en France le porte drapeau de la doctrine, parce que seul il restait sur la brèche.

Le 2 mars 1840, il exposa à la Société Géologique de France son opinion sur la formation des cônes volcaniques

(1) Compte-rendu Acad. des Sciences, 1837, 3 avril.

dans une improvisation, qui est un modèle de clarté et de précision. Il est inutile de revenir sur les faits déjà connus, mais, dans cette communication, nous trouvons l'opinion de Constant Prévost sur des accidents d'éruption qui n'avaient pas encore été bien précisés.

Ainsi il dit [1] : « Si au lieu d'être fluides, les matières ignées sont à l'état pâteux, elles pourront s'accumuler au-dessus et autour des bouches qui leurs donnent issue et s'élever en cloches ou en dômes, en montagnes de 50, 100, 500, 1000 mètres et plus, (l'Arso à Ischia, Sarcouy, Puy de Dôme). »

« On comprend que si dans leur boursoufflement et leur élévation ces matières ignées rencontrent des pierres, des blocs qui encombrent les cheminées volcaniques et même des lambeaux détachés du sol disloqué, elles emportent et *soulèvent* réellement alors ces fragments de l'ancien sol. »

Il cite, comme exemple de ce dernier fait, la masse de terrain primitif enfermée dans le trachyte au sommet du Puy de Chopine.

Il s'exprime nettement aussi sur la cause de l'ascension de la lave dans les cheminées volcaniques. Cette cause n'est pas dans le foyer volcanique, elle réside dans la lave et surtout dans l'extrémité supérieure de la colonne ascendante ; elle est le résultat de l'augmentation de volume que les laves acquièrent à chaque instant par suite du changement d'état des substances qui les constituent ; elle présuppose l'existence antérieure de solutions de continuité dans le sol.

Constant Prévost pensait que, par suite de la diminution de la pression, la matière intérieure solide ou pâteuse peut devenir liquide et même gazeuse. Ce changement d'état donne lieu à des combinaisons qui engendrent des corps

(1) Bull. Soc. Géol. de Fr. XI p. 188.

nouveaux et produisent de la chaleur. Il compare la cause des éruptions volcaniques à celle qui fait sortir le vin de Champagne des bouteilles qu'on vient de déboucher.

Le 19 décembre 1842, à propos d'une communication de La Ruelle sur le Cantal, la discussion recommença entre Constant Prévost et Dufrénoy. Ce fut une occasion pour le premier d'exposer de nouveau ses opinions à la Société Géologique (1) et quelques jours après à la Société Philomatique (2).

En 1852, au bruit qu'il y avait une éruption de l'Etna, Constant Prévost demanda à l'Académie une nouvelle mission pour aller étudier les formations volcaniques de l'Italie. Elle lui fut accordée, mais il n'en profita pas. Néanmoins, il forma une société pour l'étude des volcans méditerranéens ; sur son insistance, Collomb, un des sociétaires, entreprit en 1853 un voyage préliminaire à Naples et en Sicile.

En 1855, lors de la mission confiée par l'Académie à Ch. Deville pour aller étudier l'éruption du Vésuve, Constant Prévost saisit encore l'occasion d'entretenir l'illustre assemblée des cratères de soulèvement. On le laissa dire sans répondre (3).

Lorsque Ch. Deville revint et communiqua à la Société Géologique les résultats de son voyage, Constant Prévost l'interpella pour lui demander s'il avait étudié la question des cratères de soulèvement. Deville lui répondit que la question était toute tranchée pour lui et qu'il croyait avoir recueilli des faits nouveaux à l'appui de la théorie.

Cette fois, Constant Prévost ne se contint plus. Il s'en prit directement à Élie de Beaumont (4).

---

(1) Bull. Soc. Géol., XIV, p. 217-225.
(2) Proc. verb. Soc. Phil., 1843, p. 1-16.
(3) C. R. A. S., XLI, p. 794-866 (1855).
(4) C. R. Ac. S. XLI, p. 923, 26 nov. 1855.

« Maintenant que je n'ai rien à craindre, ni à perdre, puisque je suis résigné à reconnaître mon erreur, et que je croirais me faire autant d'honneur en m'avouant vaincu que j'aurais de plaisir à voir mes adversaires démontrer et proclamer la vérité favorable ou contraire aux idées que je professe, je ne puis abandonner le parti sans faillir à ma mission, et c'est avec chagrin, je dois le dire, que le silence et la réserve de quelques-uns de mes confrères, directement intéressés dans ce débat tout scientifique, me semble pouvoir faire mal interpréter ma persistance, en lui donnant le caractère d'une taquinerie et d'une menace aux yeux des personnes qui ne comprennent pas l'importance du sujet. »

« Je n'ose croire qu'une haute position, que des dignités qu'ils honorent et dont ils ne doivent pas se rendre les esclaves, leur impose l'obligation de ne plus descendre eux-mêmes dans l'arène pour servir la science à laquelle ils doivent tant. Pour moi, qui ne suis que ce que la nature et mes confrères m'ont fait, je crois devoir à ma dignité de ne pas abandonner le drapeau que j'ai choisi, et je le défendrai moi seul, s'il le faut, sans engager ni compromettre des défenseurs zélés, dont je ne pourrais reconnaître le dévouement à la cause que je sers, autrement que par mon estime et mon amitié. »

Il annonçait qu'il allait reprendre la lutte, comparer les trois éruptions qu'il avait observées et en tirer les conséquences. Il avait trop présumé de ses forces et de son âge. Ce fut sa dernière lecture à l'Académie.

Ce n'était pas seulement en France que la théorie de de Buch et d'Élie de Beaumont s'imposait à l'opinion. Elle était adoptée dans le traité de Naumann qui fut longtemps en Allemagne le manuel le plus complet de la Géologie [1],

(1) NAUMANN. — *Lehrbuch der Geognosie* 1858.

dans celui de Vogt [1], écrit sous l'influence des leçons d'Élie de Beaumont et même dans plusieurs Géologies élémentaires anglaises [2].

Cependant, c'est en Angleterre qu'elle rencontra en Poulett Scrope et surtout en Lyell les adversaires les plus redoutables. Les principaux arguments invoqués par de Buch, Elie de Beaumont et leurs adhérents étaient on l'a vu :

1° L'impossibilité par des laves compactes de se solidifier sous une inclinaison supérieure à 3°.

2° La largeur et la régularité des nappes de lave que l'on observe dans les parois des cratères de soulèvement.

Par une étude approfondie de l'Etna et particulièrement du Val del Bove [3], Lyell reconnut des courants de lave compacte qui se sont solidifiés sous des angles pouvant atteindre 45°. Il démontra que, dans les escarpements de la Somma et du Val del Bove, les nappes de lave sont loin d'avoir la largeur et la régularité qu'on leur supposait. Quand on regarde ces escarpements de loin, on croit voir des nappes continues. Mais de près on reconnait qu'elles se divisent en tronçons de peu d'étendue, séparés par des scories. Ce sont différentes coulées de lave qui sont situées à peu près dans le prolongement l'une de l'autre.

Enfin, il fit observer que, si les couches de cendres, de lave et de scories devaient leur inclinaison à un soulèvement, les dykes qui les traversent n'auraient pas conservé leur verticalité, mais seraient autant déjetés de la perpendiculaire que les laves et les scories sont éloignées de l'horizontale.

---

(1) VOGT. — *Lehrbuch der Geologie und petrefactenkunde.*

(2) LARDENER. — *Geology.* — ANSTED — *Elementary Geology.*

(3) *Structure des laves modernes qui se sont solidifiées sur une pente.* Phylosophical Transactions of the Royal Society of London t. 148 p. 105. 1858.

Ces diverses considérations furent reproduites dans les *Principes de Géologie.*

Quant à Poulett Scrope, il reprit en les développant les observations qu'il avait faites sur la structure des cônes et des cratères volcaniques [1] de l'Italie et de la France centrale, puis il publia une seconde édition de son livre sur les volcans (1862), édition qui fut traduite en français en 1864.

L'influence que prirent peu à peu en France les doctrines propagées par Lyell finirent par y ébranler la foi aux cratères de soulèvement. Le dernier coup leur fut porté par M. Fouqué.

Ce savant avait été envoyé par l'Académie des Sciences sur la proposition d'Élie de Beaumont et de Deville pour étudier l'éruption de Santorin en 1866.

Une nouvelle île avait paru près des Kaiménis ; c'était une occasion favorable d'examiner, avec toutes les ressources de la science moderne, si le fond de la mer s'était soulevé ou si le nouvel ilot était sorti des flots à l'état de lave incandescente.

« Allez, dit Elie de Beaumont à M. Fouqué, vous observerez peut-être des faits qui ne cadrent pas avec les opinions actuellement établies. A votre retour, ne craignez pas de les signaler, quelle que soit la théorie qu'ils ébranlent. » Le savant, délivré par la mort de Constant Prévost de l'obsession d'un contradicteur obstiné, avait retrouvé la liberté d'esprit nécessaire pour admettre qu'il pouvait se tromper,

M. Fouqué remplit sa mission avec une indépendance de caractère qui restera un de ses plus beaux titres de gloire. Il établit de la manière la plus péremptoire que la nouvelle île avait été produite par un écoulement de lave. Comme ses observations viennent clore la discussion

(1) Quat. journ. XII p. 326 (1856) et XV

relatée dans les pages précédentes, il n'est pas hors de propos de résumer les diverses phases de l'éruption.

Le 26 janvier 1866, on remarqua dans l'île de Néa Kaiméni que les maisons se lézardaient et que des blocs roulaient sur les pentes du cône volcanique qui constitue l'ilot. Ces phénomènes s'aggravèrent pendant les quatre jours suivants, puis on entendit des bruits sourds qui paraissaient venir des profondeurs de la terre, le quai se fendit, des maisons s'écroulèrent. En même temps, une multitude de bulles de gaz se dégageaient à travers les eaux de l'anse de Vulcano et la température de la mer s'y élevait.

Le 1er février, des flammes apparaissent à la surface de la mer, des fentes nombreuses se produisent, les unes dirigées de l'est à l'ouest, les autres ayant une direction perpendiculaire.

Le sol de la plage s'affaissa rapidement. L'affaissement fut de 6 mètres sur la côte occidentale et se fit à certain moment à raison de 0m15 à l'heure. Ces phénoménes se continuèrent en augmentant d'intensité. Pendant la nuit du 4 février, on découvrit à la surface de l'eau un récif enveloppé d'un épais nuage de vapeurs lumineuses. Quelques heures après, l'ilot avait 20 mètres de longueur et 10 mètres de hauteur. M. de Cigalla y ayant abordé trouva à sa surface des débris de fond de mer, des galets, des fragments de coquilles, une pièce de bois. L'accroissement de l'ilot se faisait sans secousse, sans projection, mais avec une extrême rapidité. Il s'opérait du dedans au dehors, comme par un mouvement d'expansion, des blocs solides semblaient partir du centre et se déplacer vers l'extérieur; la nuit, ces blocs étaient en certains points incandescents.

Le 5 février, le nouvel ilot qui avait été nommé Georgios, avait rejoint l'île de Néa Kaiméni. Deux jours après il

avait 150 mètres de longueur, 60 mètres de largeur et 30 mètres de hauteur. C'était un amas confus de gros blocs grisâtres. Quand l'un d'eux se détachait et roulait sur la pente, on apercevait une vive effervescence à la place qu'il venait de quitter. Des vapeurs sulfureuses s'en dégageaient en abondance sous forme d'un épais nuage blanc, et pendant la nuit on voyait briller des flammes. Il n'y avait pas encore de cratère.

Fig. 56. — *Vue du golfe de Santorin pendant l'éruption de 1866*, d'après Lyell.

a Santorin ou Théra.
b Thérasia.
c Aspronisi.
d Palœa Kaiméni.
e Micra Kaiméni.
f Néa Kaiméni.
g Georgios.
h Aproessa.
J Mont-St-Elias, forme de roches anciennes.

Le 12 février au soir une gerbe de feu jaillit du sommet du Georgios et retomba sous forme d'une pluie de cendres et de lapillis.

Le 13 février en présence des membres de la commission scientifique grecque, un rocher surgit de la mer au S. O.

de Néa Kaiméni, puis il disparut au bout de quelques minutes; le même fait se reproduisit un quart d'heure après, puis pendant tout le reste de la journée. Le lendemain les mêmes rochers reparurent, mais ils restèrent émergés. Ils s'accrurent peu à peu, sans bruit, sans secousses et finirent par se souder et former un îlot que l'on appela Aphroessa.

Le Georgios avait continué ses éruptions, puis s'était un peu calmé. Le 20 février, il y eut soudainement une explosion épouvantable avec projection d'une grêle de pierres brûlantes, deux membres de la commission grecque furent blessés et leurs vêtements brûlés.

Le 10 mars, un nouveau rocher, Réka, surgit près d'Aphroessa ; trois jours après il s'était soudé à cet ilot et le 20 mars, l'ilot d'Aphroessa lui-même s'était soudé à Néa Kaiméni. Il s'accroissait en hauteur comme en étendue, mais toujours tranquillement et sans projections ; en examinant avec soin on distinguait plusieurs traînées de lave dont les blocs se déplacaient rapidement.

Le 19 mai, dans l'intervalle entre Aphrœssa et Palœa Kaiméni, on vit poindre de nouveaux rochers que l'on nomma les îles de Mai. M. Fouqué pense que ce sont des laves sorties par une nouvelle ouverture sous-marine, elles contiennent une grande quantité de nodules de lave à anorthite, arrachés au sous-sol de la baie.

Les éruptions du Georgios continuaient, elles avaient d'abord lieu par des fentes. M. Fouqué vit peu à peu s'y former une cavité cratériforme par la projection du sommet du cône. Les explosions y avaient lieu toutes les quatre à cinq minutes. L'écoulement des laves se faisait tantôt dans une direction, tantôt dans une autre; il semblait partir du cratère. Celui-ci se couvrait de cendres de scories et acquérait la disposition des cônes volcaniques ordinaires. En mars 1867, sa hauteur atteignit 108 m.

Les éruptions se prolongèrent jusqu'au 15 octobre 1869. Celle du 18 avril fut très forte. Le sommet du cône sauta avec fracas; d'énormes blocs furent lancés à 500 mètres de distance; des pierres incandescentes tombèrent sur un

Fig. 57.

A Ancienne Néa Kaiméni.
B Terre ajoutée à Néa Kaiméni par l'éruption de 1866-1867; la partie occidentale provient d'Aphroessa, la partie orientale de Georgios.
C Micra Kaiméni.
a b Limite de l'ancienne terre et de la nouvelle.
c Cône de Néa.
d Grand cratère du Georgios.
e Petit cratère de Georgios.

navire qui stationnait dans l'anse de Néa Kaiméni. Le capitaine fut tué, le navire pril feu et coula. D'autres bâtiments furent aussi maltraités.

Le résultat de ces éruptions fut de doubler l'île de Néa Kaiméni (Fig. 57).

Le fait le plus caractéristique de l'éruption de 1866 est la tranquillité avec laquelle les laves sont sorties pendant la première période de l'éruption; « Les cônes n'étaient d'abord que des amas pierreux, dépourvus de cratères et semblables aux anciens dômes trachytiques. » M. Fouqué désigne cet état sous le nom de *cumulo-volcan*. Plus tard cet amas se transforma en un cône avec cratère recouvert de scories et de cendres.

M. Fouqué ne s'est pas contenté d'étudier l'éruption du nouveau volcan. Il a discuté les divers récits des éruptions qui se sont produites dans les temps anciens. Il ne lui a pas été difficile de démontrer que les Kaiménis s'étaient formés par éruption et non par soulèvement comme le croyait de Buch.

Enfin l'examen stratigraphique des falaises de l'île de Santorin le conduisit à discuter la théorie des cratères de soulèvement. Il expose avec beaucoup de clarté les arguments qu'Elie de Beaumont faisait valoir en faveur de la théorie de de Buch et il détaille avec non moins de précision et de force de raisonnement les objections des adversaires.

L'étude de l'archipel de Santorin lui fournit des preuves péremptoires contre la théorie. Les roches métamorphiques qui forment une partie de l'île de Théra présentent les mêmes directions et la même inclinaison que dans toutes les Cyclades et les continents voisins.

Les dépôts d'origine sous-marine que l'on trouve dans la partie orientale de la même île sont horizontaux, ou bien ils pendent d'un côté vers l'extérieur de l'île, de l'autre vers la baie.

Ces deux dispositions sont contradictoires avec la théorie de de Buch.

Les dépôts de formation volcanique subaérienne plongent en général de l'intérieur de la baie vers l'extérieur comme le veut la théorie. Mais, dans les falaises, on remarque que ce sont surtout les parties supérieures qui présentent cette inclinaison. Les parties inférieures sont horizontales ou même inclinées vers la baie. Ce qui ne pourrait pas se comprendre dans la théorie de de Buch.

Les dykes ou filons de lave verticaux, qui coupent les couches volcaniques et qui sont bien visibles dans la falaise, ont conservé leur verticalité, tandis qu'un soulèvement central eut altéré cette direction.

M. Fouqué explique la formation de la baie c'est-à-dire du vaste cratère de Santorin par des explosions formidables qui ont vidé l'intérieur du cône, suivies d'un effondrement qui a déterminé la formation des parois verticales de l'île.

Il termina le résumé de ses considérations générales par cette phrase qui clot la discussion engagée depuis 1825.

« La théorie des cratères de soulèvement doit être définitivement abandonnée; elle ne peut plus être considérée que comme un de ces nobles débris dont la science en progrès jonche incessamment l'arène de son chemin [1]. »

---

(1) Fouqué. *Santorin*, p. XXVI.

CHAPITRE XIII

THÉORIES DE LA FORMATION DES MONTAGNES

Le 22 juin 1829, Élie de Beaumont lut à l'Académie des Sciences un mémoire [1] destiné à imprimer un cachet particulier à la géologie française pendant près d'un demi-siècle.

On savait, depuis Saussure, que l'on trouve dans les montagnes des terrains en couches inclinées, que ces terrains ont dû se déposer horizontalement, comme tous les sédiments, et qu'ils ont été redressés à une époque postérieure.

Au pied des montagnes et sur leurs flancs, il y a d'autres terrains en couches horizontales, qui viennent butter contre les escarpements des premiers, ou qui reposent sur les tranches des couches relevées, ou même s'étendent dans la plaine sans jamais s'élever sur la montagne.

Il est évident que les premiers sont plus anciens que les seconds et que le phénomène de redressement des couches

(1) *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe,* etc. Ann. Sc. Nat. XVIII, p. 5 et 284, XIX, p. 5 et 177.

inclinées s'est produit à une époque intermédiaire entre le dépôt de ces mêmes couches et le dépôt des terrains horizontaux qui les surmontent.

De là à fixer l'âge du redressement, il n'y avait plus qu'un pas.

Plusieurs géologues l'avaient fait, mais timidement et d'une manière locale. Léopold de Buch surtout avait eu l'idée de déterminer l'époque d'apparition des roches éruptives par leurs rapports avec les roches sédimentaires voisines. Il avait aussi reconnu que les diverses montagnes de l'Allemagne sont d'âge différent et il avait indiqué l'ordre relatif de leur formation (1). Ami Boué, qui fut le premier président de la Société Géologique de France, avait, dès 1827, insisté sur la différence d'âge des chaînes de montagnes ; il avait démontré en particulier que les Alpes s'étaient élevées en plusieurs fois, et que leur noyau existait déjà à l'époque houillère. Il avait aussi cherché à prouver que les Pyrénées et le Jura étaient l'œuvre de plusieurs soulèvements (2). Mérian et Keferstein avaient appliqué ces mêmes idées, l'un au Jura (3), l'autre aux Alpes (4).

Élie de Beaumont ignorait en partie ces travaux, lorsqu'il entreprit de poser des lois fixes pour la détermination de l'âge des chaînes de montagnes, et de faire concorder les diverses époques de redressement avec les changements reconnus par les paléontologistes dans la série des terrains.

Comme conclusion de son mémoire, il pose en principe que les chaînes de montagnes ne se sont pas toutes formées à la même époque, et, d'autre part, que les

(1) Leonh. Taschenb. 1824, p. 501.
(2) Zeitschrift fur Mineralogie 1827.
(3) Mém. de la Soc. Helvétique des Sciences Naturelles 1829.
(4) Deutschland geognostisch-geologisch dargestellt 1827-29.

redressements n'ont pas été en nombre illimité, ni répartis sans règle fixe pendant toute la durée des temps géologiques.

Le redressement des couches et la formation d'une chaîne de montagnes sont à ses yeux les résultats d'un phénomène unique, brusque et violent, ayant produit un véritable cataclysme dans toutes les contrées environnantes et ayant anéanti à une grande distance tous les êtres vivants.

Il doit donc correspondre aux interruptions que présentent les terrains de sédiment, interruptions qui servent à limiter les diverses époques géologiques.

Élie de Beaumont admet que chaque système de redressement est caractérisé non seulement par la discordance de stratification entre les couches relevées et les couches horizontales, qui fixe son âge, mais aussi par sa direction. Toutes les couches relevées à la même époque présentent à peu près la même direction et réciproquement toutes les montagnes ayant la même direction doivent avoir été formées à la même époque.

Ce second caractère lui permettait de fixer l'âge de dislocation des montagnes, là où il n'y a pas de couches horizontales dans le voisinage des couches redressées. Il lui permettait aussi d'assimiler comme de même âge des montagnes situées à une grande distance les unes des autres.

L'hypothèse était séduisante, malheureusement elle n'était basée que sur des observations très limitées.

Si l'on veut juger combien était fragile le système d'Élie de Beaumont, il suffit de lire le paragraphe qu'il consacre à établir la concordance entre la révolution qui a séparé le dépôt du calcaire jurassique de celui du grès vert, d'une part, et le redressement des couches de l'Erzgebirge, de la Côte-d'Or et du Mont Pilas, d'autre part.

Voici la série de propositions qu'on peut en extraire :

1° Les couches de grès vert reposent indifféremment dans beaucoup de pays sur les diverses assises jurassiques. Il y a donc entre les deux terrains une variation brusque dans la manière dont les sédiments se déposaient.

2° Dans la Côte d'Or, près de Sombernon, les diverses assises jurassiques se relèvent sous un angle brusque contre trois îlots granitiques.

3° Les îlots granitiques de Sombernon sont alignés suivant une direction qui passe par des points géologiques remarquables : buttes porphyriques à Autun, dolomie à Luxy, source de Bourbonne-les-Bains, basalte de la côte d'Essey, protubérance granitique d'Albersweiler (Vosges).

4° Une ligne parallèle à la précédente touche aussi à deux points remarquables : dans la vallée des Vosges, au nord de Bourbonne, à des roches primitives analogues à celles du Fôrez ; dans le Bas-Rhin, à une portion de la falaise qui termine le massif des Vosges du côté de la plaine du Rhin.

5° Ces deux lignes sont parallèles à la ligne de faîte de la Côte d'Or, et à une grande vallée longitudinale qui va de Paray à Plombières.

6° La direction de Paray à Plombières coïncide à peu près avec la direction de la vallée du Mein et des deux Saales, de Miltenberg à Leipsig.

7° La ligne de Miltenberg à Leipsig est parallèle à la direction de l'Erzgebirge, en Saxe.

8° En Saxe, le Quadersandstein crétacé, qui correspond au grès vert français, s'étend en couches horizontales sur les couches inclinées de l'Erzgebirge.

9° Il est donc très probable que le redressement de l'Erzgebirge est contemporain du redressement de la Côte d'Or.

10° Le redressement de l'Erzgebirge a eu lieu certainement avant le dépôt du terrain crétacé, celui de la Côte d'Or est postérieur au dépôt du terrain jurassique. Donc, la dislocation qui leur a donné naissance a eu lieu à une époque intermédiaire entre la période du dépôt du terrain jurassique et la période du dépôt du terrain crétacé.

Élie de Beaumont ajoute que ses observations dans le Jura confirment sa détermination de l'âge du redressement de la Côte d'Or.

Le Jura présente un système de hautes vallées parallèles entre elles, formées par les plis synclinaux des couches jurassiques et séparées par les plis anticlinaux des mêmes couches. Tout semble conduire à assimiler ces hautes vallées aux inflexions des couches du calcaire jurassique de la Côte d'Or. Or, dans le fond des vallées jurassiques, on trouve des dépôts crétacés analogues au grès vert de la perte du Rhône. Donc, la formation des rides du Jura est antérieure au dépôt des couches du grès vert. Les sommets jurassiques des crêtes intermédiaires formaient autant d'îles et de presqu'îles dans la mer où se déposait le grès vert.

Il n'est certes pas un géologue qui ne soit frappé de la faiblesse de ces raisonnements, ainsi que des hypothèses et des erreurs qui leur servent de base. Beaucoup de ces erreurs ne peuvent pas être imputées à Élie de Beaumont.

L'étage néocomien, intermédiaire entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, n'était pas reconnu. Il n'y a pas bien longtemps que des géologues les plus éminents professaient encore qu'il y a entre ces deux terrains un immense hiatus et une émersion générale du sol. Les discussions auxquelles a donné lieu la création de ce qu'on a appelé l'étage tithonique sont mémorables dans l'histoire de la géologie française.

On sait maintenant qu'en beaucoup de points le terrain

jurassique passe insensiblement au terrain crétacé et qu'il est difficile de tracer leur limite. On sait que dans le Jura les couches crétacées ont été plissées et ridées avec les couches jurassiques.

Élie de Beaumont avait raison quand il signalait dans le nord de la France et en Angleterre, une différence dans les conditions de dépôt des deux terrains. Dans cette région, la disposition géographique des mers crétacées n'était pas la même que celle des mers jurassiques ; leurs sédiments ne se recouvrent pas exactement ; ils sont, selon l'expression des géologues, en stratification transgressive. Il y a donc eu, entre les deux périodes, des mouvements du sol, mais ces mouvements n'ont pas été assez intenses pour redresser les couches jurassiques et pour amener une stratification discordante.

Le parallélisme des diverses rides d'une région limitée est un fait que les progrès de la science ont complètement confirmé. On doit à Élie de Beaumont, sinon de l'avoir découvert, au moins de l'avoir mis fortement en lumière et d'avoir insisté sur ce que ces divers accidents orographiques sont le produit d'une cause commune.

Mais en exagérant les circonstances accidentelles de parallélisme, il a ouvert une voie dangereuse qui a entraîné l'imagination de certains géologues à des erreurs presque grotesques.

Quelle importance peut avoir la ligne qui touche à des roches primaires au midi des Vosges et qui longe une portion de la falaise à l'est de ce massif montagneux? Il serait bien difficile en traçant une ligne quelconque sur une carte, qu'elle ne passât pas par deux points analogues ou au moins dans leur voisinage.

En supposant même que la vallée de Paray à Plombières soit due à un plissement, il n'y a aucune raison pour dire que la vallée du Mein et des deux Saales a été formée en

même temps également par un pli. Leur parallélisme ne prouve rien, car il faudrait commencer par démontrer que deux vallées très éloignées suivant la même direction sont le produit du même phénomène. Élie de Beaumont n'avait pas le droit de poser ce principe en postulatum. Cependant il était si complètement convaincu de sa vérité qu'il ne croyait pas que l'on pût en douter ; aussi ne se donnait-il pas la peine de le prouver.

Bien plus, il conclut de leur parallélisme de direction le synchronisme de chaînes de montagnes séparées par des distances bien plus grandes encore.

A propos de son système Pyrénées-Apennins, il écrit : « Il paraît donc permis de dire que, depuis les bords de l'Alabama et du Tenesse (État-Unis) jusqu'au cap Comorin dans l'Inde, ou du moins depuis le cap Ortégal en Galice jusqu'à l'entrée du golfe Persique, on peut suivre sur la surface du globe, sur une longueur de 3500 ou au moins 1600 lieues, une série plus ou moins interrompue d'aspérités allongées sensiblement parallèles entre elles. Leur parallélisme et leur proximité semblent indiquer qu'elles ont toutes été produites en même temps et pour ainsi dire d'un seul coup [1]. »

On remarquera la prudence d'Élie de Beaumont ; malgré ses convictions, malgré l'enthousiasme secret qu'il devait posséder à la pensée d'avoir découvert une des grandes lois de la géologie, il n'ose pas affirmer ; les mots il semble, il paraît, reviennent sans cesse sous sa plume.

Il est tout aussi prudent quand il s'agit de la cause des dislocations dont il a cherché à déterminer l'âge. Il dit qu'il ne s'en occupe pas, que ses résultats sont indépendants de toutes les hypothèses.

« On reste libre à la rigueur de choisir entre l'hypothèse de Deluc, qui expliquait le redressement des couches par

(1) Ann. Sc. Nat. XVIII, p. 324.

l'affaissement d'une partie de l'écorce du globe, et l'hypothèse généralement admise par les plus célèbres géologues de notre époque, et qui consiste à supposer que les couches secondaires, qu'on trouve redressées dans les chaînes de montagnes, l'ont été par le soulèvement des masses primitives qui constituent généralement leur axe central et leurs principales sommités [1]. »

On reconnaît facilement à ces lignes quelle est l'hypothèse préférée, mais elle n'est pas imposée comme une conséquence de la théorie.

Si Élie de Beaumont avait eu le bonheur de rencontrer dans les maîtres de la science d'alors des contradicteurs qui eussent discuté ses hypothèses, qui lui en eussent fait toucher les points faibles, peut-être en eut-il reconnu lui-même l'exagération ; nul doute qu'il n'eût cherché dans l'observation directe de nouvelles preuves en faveur de son système. Grâce à ses qualités éminentes de stratigraphe, il aurait ajouté beaucoup à nos connaissances positives, et il n'eut pas perdu une partie notable de sa vie en travaux de cabinet inutiles, et en calculs stériles. Mais, au lieu de critiques, l'Académie ne lui adressa que des dithyrambes.

Brongniart, dans son rapport qu'il signait avec Brochant de Villers et Beudant [2], déclare en son nom et au nom d'autres de ses collègues, professeurs de Géologie à Paris, que les principes qui ont servi de base à leur enseignement doivent être modifiés. Il semble, à l'entendre, que la Géologie va être transformée et fondée sur des bases nouvelles.

Chez Arago, l'enthousiasme passe au lyrisme. « Cicéron disait qu'il ne concevait pas comment deux augures

---

(1) Ann. Sc. Nat., XIX, p. 225.

(2) Ann. Chim. et Phys. t. XLII, p 284, 1829.

pouvaient se regarder sans rire. Ce mot, il y a un certain nombre d'années, aurait été appliqué aux géologues, sans qu'ils eussent trop le droit de s'en plaindre. Aujourd'hui la Géologie a pris un rang parmi les sciences exactes [1]. »

Brongniart et Arago sont bien plus affirmatifs qu'Élie de Beaumont ; ils suppriment les *il semble, il paraît* Ils n'hésitent pas au sujet de l'origine des montagnes, à adopter la théorie des soulèvements proposés par de Buch ; tandis qu'Élie de Beaumont s'était servi presqu'uniquement du terme de ridement, que, dans tout le cours de son long mémoire, deux fois seulement, le mot de soulèvement avait échappé à sa plume. Brongniart et Arago emploient uniquement le terme de soulèvement. Ils le définissent comme on l'a toujours défini depuis cette époque.

D'après Brongniart, c'est une exubérance des parties inférieures aux couches qui composent l'écorce du globe [2]. Arago dit que les montagnes sont sorties du sein de la terre en perçant violemment sa croûte [3].

Élie de Beaumont se trouva ainsi enveloppé d'une atmosphère d'encens académique, à travers laquelle les justes objections de ses émules prirent à ses yeux l'apparence de critiques jalouses.

Ami Boué, qui l'avait précédé dans ces études et qui s'y était montré plus prudent, mais aussi moins clair et moins systématique, se fit le porte-voix de l'opposition. Il publia en 1831, dans le Journal de Géologie, une série de critiques sur le mémoire d'Élie de Beaumont, puis, dans les résumés annuels des progrès de la Géologie qu'il

---

(1) Annuaire du bureau des Longitudes pour l'an 1830.
(2) Loc. cit., p. 288.
(3) Loc. cit., p. 204.

lut à la Société Géologique de France, en 1833 et en 1834, il accumula tous les faits, toutes les objections que les différents géologues élevaient contre la nouvelle théorie [1].

Il combattit surtout ce qu'il appelle l'horoscope des époques de soulèvement d'après le tracé des cartes géologiques ou géographiques, disant que la science n'était pas assez avancée, que les cartes n'étaient pas assez parfaites, pour que l'on puisse faire le tour du monde entre les parallèles d'un même soulèvement. « M. Élie de Beaumont, ajoutait-il, peut avoir très raison, mais il peut aussi bien construire les plus jolis romans. »

Outre cette remarque fort judicieuse, mais qui n'attaquait nullement le système en lui-même, il insistait sur bien d'autres objections fondamentales.

Rien ne prouvait que toutes les fractures terrestres dues à une même révolution fussent toujours parallèles entre elles ; en effet certains redressements d'une même époque se développent suivant des lignes non parallèles suivant des lignes brisées, ou même suivant des courbes continues.

Rien ne prouvait que des fractures ayant des directions différentes ne pussent être contemporaines. Rien ne prouvait que les rides qui ont la même direction fussent nécessairement contemporaines. Ainsi, de la Bêche signalait en Angleterre trois directions parallèles de soulèvement, qui cependant avaient eu lieu à trois époques différentes. En outre, bien des directions de fractures ne pouvaient se classer dans celles qui avaient été primitivement indiquées.

Élie de Beaumont répondit à ce dernier argument en multipliant le nombre de ses systèmes de soulèvement. Lorsqu'il lut son mémoire à l'Académie des Sciences, il

---

(1) Journal de Géologie par Boué, Jobert et Rozet n° 11, 1831. Bull. Soc. Géol. Fr. II, p. 307 ; V, p. 216.

ne citait que quatre ridements. En le publiant, la même année, dans les Annales des Sciences Naturelles, il en porta le nombre à dix. Plus tard, il en reconnut treize, puis vingt, puis vingt-quatre, et enfin quatre-vingt-seize.

Il admit en outre des retours de la même direction à des époques différentes. Enfin, il insista sur ce que les chaînes de montagnes étaient souvent, comme il l'avait dit pour les Alpes et les Apennins, composées de plusieurs chaînons se croisant dans des directions différentes et soulevées à diverses époques. Il reconnut lui-même dans les Pyrénées, qu'il avait primitivement supposé formées d'un seul jet, les traces de quatre systèmes différents.

Ces modifications aux principes absolus qu'il avait posés lui permirent de répondre à presque toutes les objections de détail qui lui étaient faites. Mais en même temps elles diminuaient singulièrement la valeur de la théorie.

La multiplication extrême des soulèvements montrait que ces phénomènes n'étaient pour rien dans les modifications des faunes. La récurrence d'une même direction, la multiplicité de direction dans une même chaîne, affaiblissaient, s'ils ne le supprimaient pas, le rapport que l'on admettait entre la direction d'un système de soulèvement et son âge.

Mais ces réflexions ne vinrent qu'aux plus sages. L'opinion était lancée, elle accepta d'enthousiasme sans rien examiner. Chacun voulut découvrir son soulèvement. On vit les géologues établir à l'envie un nouveau système de soulèvement toutes les fois qu'ils constataient un cas particulier de stratification discordante ou transgressive, chaque fois qu'ils trouvaient dans le redressement des couches une direction différente de celles qui avaient été signalées par Elie de Beaumont.

Après avoir reconnu on cru reconnaître le parallélisme des montagnes de même âge, après avoir suivi

les mêmes directions de rupture tout le long d'un grand cercle de la sphère terrestre, il était naturel de supposer que les grands cercles de dislocation se croisaient en dessinant sur le globe un réseau régulier. C'est ce que fit Elie de Beaumont. Il fut ainsi conduit à imaginer le réseau pentagonal dont la construction et le calcul occupèrent presqu'entièrement le reste de sa vie. Il est inutile d'insister sur la théorie du réseau pentagonal, qui est maintenant complètement abandonnée, on pourrait même dire presqu'oubliée, car elle n'eut aucune influence sur la marche de la science. C'était, selon l'expression de Boué, un joli roman, que l'on admirait de confiance, mais n'ayant que bien peu de lecteurs.

On a vu que, dans son premier mémoire, Elie de Beaumont avait affecté de ne pas se prononcer sur les causes qui présidaient à la formation des montagnes. « On est libre, disait-il, de choisir entre l'hypothèse qui explique le redressement des couches par des affaissements et celle qui les suppose redressées par le soulèvement des masses primitives sous-jacentes. » On voit bien que cette dernière opinion est celle qu'il préfère ; toutefois, il ne le dit pas explicitement. Mais ses admirateurs, ses maîtres, ses amis avaient embrassé avec ardeur la doctrine des soulèvements imaginée par de Buch.

Pour cet illustre géologue, les chaînes de montagnes, avaient été formées comme les cratères de soulèvement ; les vapeurs internes qui se développaient dans la masse liquide intérieure du globe prenaient à certains moments une telle force élastique, qu'elles déterminaient la voussure et le redressement des couches superposées, puis leur rupture, et enfin poussaient dans les fentes la matière liquide au sein de laquelle elles s'étaient développées.

On attribuait donc la formation des montagnes aux roches éruptives qui constituent généralement le noyau de la chaîne et que l'on voit apparaître sur les plus grandes hauteurs. Toutes les chaînes de montagnes disait de Buch, ont été soulevées par le porphyre pyroxénique [1].

Nul doute qu'Elie de Beaumont ne fut alors partisan de la théorie de de Buch. Cela ressort de ses restrictions et de son silence même.

Mais plus tard il adopta une autre hypothèse en cherchant la cause des dislocations du sol dans le refroidissement séculaire de notre planète.

« Le refroidissement séculaire, c'est-à-dire la diffusion lente de cette chaleur primitive à laquelle les planètes doivent leur forme sphéroïdale, et la disposition régulière de leurs couches du centre à la circonférence, par ordre de pesanteur spécifique, présente, en effet, un élément auquel il me semble depuis longtemps que ces effets extraordinaires pourraient être rattachés. »

« Cet élément est le rapport qu'un refroidissement aussi avancé que celui des corps planétaires établit sans cesse, entre la capacité de leur enveloppe solide et le volume de leur masse interne. »

« Dans un temps donné, la température de l'intérieur des planètes s'abaisse d'une quantité beaucoup plus grande que celle de leur surface, dont le refroidissement est aujourd'hui presque insensible. Nous ignorons sans doute quelles sont les propriétés physiques des matières dont l'intérieur de ces corps est composé ; mais les analogies les plus naturelles portent à penser que l'inégalité de refroidissement dont on vient de parler, doit mettre leurs enveloppes dans la nécessité de diminuer sans cesse de capacité, malgré la constance presque rigoureuse de leur

---

Ann. de Pogg. IX, 1827.

température, pour ne pas cesser d'embrasser exactement leurs masses internes dont la température décroît sensiblement. »

« Elles doivent par suite s'écarter légèrement et d'une manière progressive de la figure sphéroïdale qui leur convient et qui correspond à un maximum de capacité ; et la tendance graduellement croissante à revenir à une figure à peu près de cette nature, soit qu'elle agisse seule, ou qu'elle se combine avec les autres causes intérieures de changement que les planètes peuvent renfermer, pourrait peut être rendre complètement raison de la formation subite des rides et des diverses tubérosités qui se sont produites par intervalle dans la croûte extérieure de la terre et probablement aussi de tous les autres corps planétaires (1). »

L'attribution des rides terrestres au refroidissement du globe était professée à la même époque par Cordier et par Constant Prévost.

Ami Boué est très affirmatif en ce qui concerne le premier (2).

Cordier avait publié en 1827 un mémoire magistral (3) où il établit que le centre de la terre est à l'état de

---

(1) *Manuel géologique* par de La Bêche, traduction française par Brochant de Villers, 1833, p. 665. Ces mêmes phrases se retrouvent à propos des montagnes de la lune et du sol primitif de la terre dans le mémoire *sur les montagnes de l'Oisans* lu à la Société d'Histoire Naturelle en 1829, mais qui, par suite de certaines circonstances de librairie, ne fut publié qu'en 1834 (Mém. Soc. Hist. Nat., V). On se demande pourquoi Élie de Beaumont n'a fait aucune allusion à cette hypothèse dans ses *Recherches sur les révolutions du globe.*

(2) Bull. Soc. Géol. Fr., V, p. 243.

(3) *Essais sur la température de l'intérieur de la terre*, lu à l'Académie des Sciences en juin et juillet 1823. Ann. des Mines, 2me série, II p. 531.

fusion ignée et il l'avait terminée par l'énumération des diverses conséquences géologiques qui en résultent ; il dit en particulier que la lave est poussée dans les cheminées volcaniques par la contraction de l'enveloppe terrestre. Il ne cite cependant pas la formation des montagnes comme un résultat nécessaire du refroidissement du globe. Certainement, le mémoire de Cordier a dû inspirer Elie de Beaumont, mais on ne peut pas dire que celui-ci lui ait emprunté sa théorie.

Constant Prévost affirma à plusieurs reprises que dès 1822 il professait à l'Athénée (1) les idées de Deluc sur la formation des bassins des mers par l'affaissement successif de la croûte terrestre. Mais au lieu d'expliquer les affaissements, comme Deluc, par l'existence de vastes cavernes souterraines, il en voyait la cause dans la contraction progressive de la planète.

---

(1) Je n'ai pas retrouvé les notes de l'Athénée, mais voici celles du cours qu'il fit le 17 mai 1833 à la Sorbonne.

CAUSES DES DISLOCATIONS :

Soulèvements. — Efforts de la matière contenue pour sortir, augmentation de volume.

Affaissements. — Défaut de soutien de l'écorce solide par diminution de volume — Cavernes — Deluc.

Effets du refroidissement séculaire. — Masse interne : vides ; — masse externe : fissures par retrait.

Action mécanique. — Pression mécanique des fluides contenus.

Action chimique. — Formation de gaz par diminution de pression.

Effets généraux. — Soulèvements et affaissements sur les lignes de ruptures.

A la leçon précédente (15 mai), il avait dit : « de même que ce ne sont pas les laves et les gaz qui soulèvent les montagnes volcaniques, il est probable que les granites, les porphyres, les serpentines, les trachytes et les basaltes n'ont pas soulevé les montagnes, mais que, comme les laves, elles sont sorties par les ouvertures du sol disloqué. »

Toutefois, on ne peut se baser sur nulle publication pour réclamer en faveur de Constant Prévost la priorité de l'explication.

Il n'intervint publiquement dans la question du soulèvement des montagnes qu'en 1835. Dans le mémoire présenté à l'Académie [1] où il combat l'hypothèse des cratères de soulèvement, il se déclare partisan de la théorie de Deluc sur les affaissements. On y lit : « en même temps que des fonds de mer ont pu être mis à sec et élevés de beaucoup au-dessus du niveau des eaux par suite des dislocations du sol, de plus grandes surfaces terrestres ont dû être englouties, de manière à ce que les dépressions produites fussent plus considérables que les élévations. »

Il se base sur le raisonnement suivant : l'existence d'anciens rivages sur les bords des océans actuels à un niveau bien supérieur à celui de la mer, indique que le niveau de la mer a baissé d'une manière générale. Or, le soulèvement dans le fond de l'Océan d'une chaîne de montagnes, telle que les Andes, aurait pour effet de refouler l'eau sur les plages des continents plus anciens et par conséquent de les inonder et non pas de faire baisser le niveau de la mer. Donc, toute dislocation qui donne naissance à une chaîne de montagnes doit être accompagnée d'un affaissement plus considérable que l'élévation.

Dans cette note, il ne s'explique pas sur la cause des dislocations, mais plus tard, en 1839, à la réunion de Boulogne, il dit « que la cause qui a modifié le relief du sol n'est autre que la contraction et le retrait qu'éprouve l'écorce consolidée du globe par suite de son refroidissement continuel, et qu'elle n'est pas, comme beaucoup de personnes semblent le croire, un agent fluide ou gazeux

(1) Compte-Rendu, Ac. Sc. I p. 460.

qui, faisant effort pour s'échapper de l'intérieur de la terre, brise et soulève l'obstacle qui lui résiste. »

« Les granites, les porphyres, les basaltes sont sortis à travers le sol, comme le font les laves, en profitant des fissures de ce sol disloqué par le retrait, et c'est prendre la conséquence pour la cause que d'attribuer à ces matières la dislocation elle-même (1). »

Dans la séance du 27 janvier 1840, Constant Prévost exposa occasionnellement la même théorie. Rozet lui ayant répondu dans la séance suivante que la grande dépression entre le Jura et la Bourgogne devait être attribuée plutôt à l'élévation des deux chaînes qu'à un enfoncement du sol compris entre elles. Constant Prévost développa ses idées pendant deux séances (2).

Il commença par définir la théorie des soulèvements à l'aide de citations empruntées à Lazaro Moro, à de Buch, à Humboldt, à Élie de Beaumont et Dufrénoy, à Arago, à Hopkins. D'après ces auteurs, la théorie des soulèvements est celle qui explique la formation des montagnes par l'action d'un agent placé sous la croûte terrestre, qui pousse au-dessus de lui cette croûte, la soulève, la fend et en redresse les lambeaux.

A cette théorie Constant Prévost opposa la suivante : Le relief du sol est le résultat de grands affaissements successifs accompagnés de plissements, de mouvements de bascule et de ruptures, qui ont pu amener des élévations absolues.

Les matières ignées, loin d'avoir soulevé et rompu le sol, ont simplement profité des solutions de continuité qui leur ont été offertes pour sortir et s'épancher au dehors.

Pour expliquer sa pensée, il prend plusieurs comparaisons entr'autres la suivante qu'il affectionnait.

---

(1) Bull. Soc. Géol. Fr. 1re S., X, p. 430, 1839.

(2) Bull. Soc. Géol. Fr. 1re S., XI, p. 183, mars 1840.

« Que je prenne un ruban et que je fasse marcher l'un vers l'autre les deux bouts ou que l'un restant fixe, l'autre seulement s'en rapproche, pourrait-on dire que chaque courbe, chaque pli, chaque rupture obtenues par ces procédés seraient l'effet d'un soulèvement ? » Il accompagne cet exemple d'une coupe du Snowdon.

Puis, se basant sur la ressemblance des hypothèses faites pour expliquer les chaînes de montagnes et les cônes volcaniques, il combat la théorie des cratères de soulèvement, montre qu'elle est inadmissible et il en tire la conséquence que l'hypothèse des soulèvements n'est pas applicable non plus à la formation des montagnes.

Dans une seconde partie, Constant Prévost renouvelle son objection à la théorie des soulèvements tirée de l'existence d'anciennes plages marines à une certaine hauteur sur beaucoup de rivages.

Enfin, il termine par un point très délicat. Il s'agissait pour lui de dire qu'Élie de Beaumont en abandonnant la théorie de de Buch avait eu tort de conserver le nom de soulèvement. Il commence par reconnaître qu'à l'époque où il parle, les géologues les plus éminents professent plutôt la théorie des affaissements que celle des soulèvements, et qu'il n'y a guère qu'un malentendu sur la valeur et le sens des mots employés.

« Si on considère comme soulevées les rides qui se forment à la surface d'une prune qui se dessèche, ou la gomme qui suinte à traver l'épiderme d'un arbre, il n'y a plus à discuter, tout le monde est d'accord. »

Les initiés comprirent la signification de ces paroles ; mais la plupart des géologues et avec eux le public continuèrent à identifier la théorie des soulèvements d'Elie de Beaumont à la théorie des soulèvements de de Buch.

Ainsi dans une petite note présentée à la Société Géologique l'année suivante par M. de Zigno, géologue éminent

de Padoue, on trouve cette phrase : « Il ne me semble pas à propos de souscrire à l'opinion qu'une chaîne de montagnes doit être exclusivement indiquée par la présence des roches ignées qui la traversent, parce que ces roches peuvent avoir poussé à une grande hauteur les couches supérieures sans les déchirer de manière à paraître aux yeux de l'obvervateur [1]. »

Dans la table analytique du même volume on trouve aussi la phrase suivante à propos d'une partie de l'article de Zigno : « soulevés par le trachyte après le dépôt du terrain tertiaire moyen. »

De Zigno n'a pas dit cela, mais c'est l'interprétation populaire de son travail.

Un élève d'Elie de Beaumont, Vignaud, venait d'envoyer à l'Ecole des Mines un rapport géologique et minéralogique sur la province du Tigré. Cordier jugea à propos de le communiquer à la Société Géologique. On y trouve la phrase suivante : « Ce terrain, (terrain de transition inférieur) fut soulevé à l'époque de sa première période par des roches ignées inférieures, lesquelles poussées par un développement considérable de chaleur dans l'intérieur du globe et trouvant des terrains d'une nature siliceuse qui leur présentaient une résistance très tenace, durent faire un effort considérable. »

En 1850, lorsque Elie de Beaumont eut présenté à l'Académie ses premiers travaux sur le réseau pentagonal [2], Constant Prévost constata [3], comme il l'avait déjà fait l'année précédente à la Société Géologique [4], qu'il n'y avait pas de désaccord réel entre Elie de Beaumont et lui, au sujet de la cause qui avait produit

(1) Bull. Soc. Géol. 1re S. XIV, p. 56.
(2) C. R. A. S. XXXI, p. 325.
(3) C. R. A. S. loc. cit. p. 438.
(4) Bull. Soc. Géol. 2me S. XII p. 54.

les montagnes. Non seulement Elie de Beaumont avait dès 1833 comparé les montagnes à des plis et à des rides formés par refroidissement, mais encore la coordination régulière des montagnes repousse l'hypothèse d'une puissance soulevante et ne peut s'expliquer que par la contraction régulière de molécules homogènes. Il fit remarquer que dans sa note Elie de Beaumont avait évité avec grand soin d'employer le terme de soulèvement; il ne se servait que des mots de rides et de ridements. Constant Prévost propose donc de répudier tout à fait le nom de soulèvement.

Elie de Beaumont n'avait qu'à acquiescer et la géologie française faisait un pas qu'elle mit plus de vingt ans à franchir. Il se borna à demander à rester l'avocat du mot soulèvement. Il ne répudia même pas ouvertement la théorie de de Buch ; aussi continua-t-il a être aux yeux du public et même pour beaucoup de géologues le défenseur et même l'auteur de l'hypothèse, qui faisait soulever les montagnes par les masses plutoniennes que l'on trouve à leur centre.

En 1855, Constant Prévost qui se sentait malade éprouvait une véritable souffrance en constatant le triomphe des idées qu'il avait toujours combattues. La théorie des cataclysmes et des créations multiples régnait sans conteste avec d'Orbigny et les nombreux savants qui s'étaient voués à la paléontologie ; les idées de de Buch, de Humbold et d'Elie de Beaumont sur les cratères de soulèvement étaient adoptées par presque tous les géologues ; enfin l'opinion que les montagnes s'étaient formées par soulèvement était générale et l'on faisait honneur à Elie de Beaumont de cette brillante hypothèse.

De Verneuil venait de lire à l'Académie des Sciences un rapport sur les travaux de M. Marion, il y avait employé le mot de soulèvement pour désigner la formation des montagnes. Constant Prévost protesta contre l'emploi du

mot parcequ'il comportait une idée théorique qui avait été reconnue erronée. Il proposa de le remplacer par les termes de ridement, plissement, dislocation [1].

Élie de Beaumont soutint que le mot de soulèvement exprimait parfaitement la manière dont il concevait la formation des montagnes.

Le refroidissement lent et continu de la terre détermine pour tous les points de la surface un mouvement centripète, se résumant par un abaissement insensible, qui s'opère pendant toute la durée des temps géologiques.

Mais la formation d'un système de montagnes est à ses yeux un phénomène d'une très courte durée et pour ainsi dire instantané. Il consiste dans l'écrasement transversal d'un fuseau de l'écorce terrestre. Il s'est produit des excroissances qui se sont élevées au-dessus de la surface initiale. En même temps les matières internes, forcées par la compression de chercher une issue, ont crevé les assises superficielles de bas en haut, ce qui est un véritable soulèvement.

On voit qu'Élie de Beaumont n'abandonne pas complètement la théorie de de Buch.

Dans la formation des montagnes il distingue deux actes : le bossellement du fuseau et la sortie des roches éruptives. Si son explication était exacte, on pouvait réellement appliquer à l'un et à l'autre fait le terme de soulèvement. Cependant le mot de ridement proposé par Constant Prévost, et si souvent employé par Élie de Beaumont, eut été préférable pour exprimer le fait du bossellement et il a maintenant prévalu.

D'ailleurs, il y avait bien des réserves à faire sur l'explication d'Élie de Beaumont. Ceux même de ses élèves qui par culte pour sa mémoire conservent encore le terme de soulèvement ont abandonné l'idée d'attribuer aux masses

(1) C. R. A. S., XL p. 743, 1855.

éruptives un rôle actif quelconque dans la formation des montagnes. Ils repoussent l'hypothèse que la naissance d'une chaîne de montagnes soit un phénomène pour ainsi dire instantané, l'idée même du fuseau terrestre écrasé, subit une modification considérable.

Certainement toute chaîne de montagnes est, selon les expressions très justes d'Élie de Beaumont, une ride, un repli de l'écorce devenue trop large. Il y a rapprochement de deux points que l'on peut supposer rester à la même hauteur de chaque côté du pli ; entre ces deux points, dans la région plissée, il y a abaissement et élévation. L'élévation est plus sensible parce qu'elle paraît à la surface des continents, tandis que la partie abaissée se trouve recouverte par les eaux de la mer. Mais comme le fait remarquer avec beaucoup de raison M. de Lapparent, « on n'aurait qu'une idée incomplète du relief du globe, si on se bornait à l'étude des rides continentales. Les lignes de hauteur doivent être considérées en elles-mêmes, abstraction faite de la saillie qu'elles forment au-dessus de la nappe océanique, dont l'existence ne sert à ce point de vue qu'à accentuer le caractère des dépressions, sans créer pour cela deux domaines distincts en ce qui concerne le relief [1]. »

On voit que ces nouvelles idées sont exactement celles que professait Constant Prévost lorsqu'il disait en 1840 que par suite du refroidissement de la masse interne la croûte solide enveloppante a été plissée et fracturée.

Ce que Constant Prévost n'avait pas dit, ce qui avait échappé à Elie de Beaumont, c'est la disposition dyssymétrique des montagnes que Dana a fait remarquer le premier et à laquelle M. de Lapparent attache avec raison une grande importance.

---

(1) Traité de Géologie, 2me éd. p. 83.

Dans un pli saillant de l'écorce terrestre, il y a toujours deux versants inégalement inclinés et au pied du plus abrupt se trouve la plus grande dépression.

Ce fait tient à ce que les deux points que l'on peut supposer avoir conservé leur niveau fixe en dehors de la partie plissée ne se sont pas rapprochés de la même quantité vers le centre du plissement. L'un d'eux peut être considéré comme ayant été plus ou moins immobile, tandis que l'autre a fait tout le chemin. M. Suess, l'illustre géologue de Vienne, a parfaitement exprimé cette action secondaire en la désignant comme une poussée tangentielle, qui ne s'est exercée que d'un seul côté.

Les plis ont donc pris, en général, une forme dyssymémétrique. Si la pression a été considérable, ils ont pu retomber les uns sur les autres, se rompre, glisser sur leurs pentes et produire, soit la stucture particulière que M. Suess a désignée sous le nom de structure en écailles, soit les lambeaux de recouvrement ou plis déversés dont M. Marcel Bertrand a, le premier, révélé la structure.

Mais ces accidents, dont la connaissance a depuis quelques années changé si profondément la conception, par trop simple que l'on se faisait des rides terrestres, peuvent presque toujours s'expliquer par une série d'affaissements.

Tantôt l'affaissement, se produisant sur le soubassement d'un bassin rempli de couches horizontales, aura pour effet en rapprochant les deux bords, de plisser les couches horizontales, de les redresser et d'y déterminer des ruptures ou failles. Tantôt, s'exerçant avec plus d'intensité sur le même bassin, il pourra amener les deux bords ou l'un des bords à grimper sur les couches déjà plissées et contournées du centre, en vertu d'une sorte de poussée au vide. D'autres fois, soit qu'il persiste au même point, soit qu'il se développe dans le voisinage sous un des massifs qui étaient

précédemment restés fixes, l'affaissement entraînera dans son mouvement de descente les plis et les lambeaux de poussée, produisant les masses de recouvrement qui ont dérouté si souvent les géologues [1].

On voit combien toutes ces idées sont loin de celles d'Élie de Beaumont. Est-ce à dire qu'il ne reste rien de sa théorie ? Non, certainement. Le premier il a énoncé, en l'enveloppant toutefois d'un certain doute, l'idée que les montagnes étaient dues à des rides de l'écorce terrestre produites par la contraction du noyau interne, et la nécessité pour l'enveloppe de rester adhérente à la partie liquide.

C'était le complément de la théorie due au génie de La Place et des recherches si judicieuses de Cordier. Mais, si Élie de Beaumont a la gloire d'avoir publié ce principe en 1833, il eut aussi le malheur d'être aux yeux de ses contemporains le représentant de la doctrine qui faisait soulever les montagnes par l'effort des roches éruptives, tandis que Constant Prévost était l'adversaire déclaré de cette théorie. Constant Prévost n'avait peut-être pas dans l'origine les idées très nettes sur la cause même du phénomène des rides ; mais dès 1839 et 1840 il donna un exposé magistral, tant de leur origine que des circonstances qui accompagnent leur formation. Ses explications se rapprochent certainement beaucoup plus de nos idées actuelles que les diverses théories d'Élie de Beaumont. L'un et l'autre nous ont apporté quelques vérités mélangées à plus ou moins d'erreurs.

C'est le rôle de tout homme de science quel que soit son génie.

---

(1) Gosselet. — L'*Ardenne*, p. 745, 749.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Préface 1

Chapitre I. — Biographie 6

Chapitre II. — Doctrine des causes actuelles 35

TRAVAUX SUR LES FORMATIONS NEPTUNIENNES

Chapitre III.— Études stratigraphiques sur le Bassin de Paris. 60

1° Coquilles marines du Gypse 60
2° Marnes à formes pyramidales 64
3° Sables de Beauchamp. 68
4° Côtes de Normandie et Angleterre . . 78
5° Position des lignites du Soissonnais . . 87
6° Origine des Meulières. 97
7° Sables de Fontainebleau et calcaire de Beauce 104
8° Calcaire de Château-Landon 111
9° Théories sur la formation du Bassin de Paris 124

Chapitre IV.— Théorie sur la non-submersion itérative des continents et sur les affluents. Origine de la houille. 138

Pages

Chapitre V. — Principe du synchronisme des formations ou des faciès. — Nomenclature géologique 155

Chapitre VI. — Époque quaternaire 161

Chapitre VII.— Théories paléontologiques 174

TRAVAUX SUR LES FORMATIONS PLUTONIENNES

Chapitre VIII.— Ile Julia 211

Chapitre IX. — Sicile 240

1° Calcaire à Rudistes et à Nummulites . 251
2° Division des terrains tertiaires de Sicile 254
3° Intercalation des basaltes dans les roches sédimentaires 255
4° Presqu'île de Mélazzo. 259
5° Formation gypseuse et salifère . . . 261

Chapitre X. — Iles Lipari 264

Chapitre XI. — Naples 274

Chapitre XII.— Théorie des cratères de soulèvement . . . 281

Chapitre XIII.— Théories sur la formation des montagnes . 321

Lille, Liégeois-Six, Imprimeur de la Société Géologique du Nord.

ERRATA

Page 10, ligne 30, *au lieu de* Hisemberg, *lisez* Hirtemberg.

Page 12, ligne 11, *au lieu de* Penel, *lisez* Pinel.

Page 50, ligne 28, *au lieu de* Meurein, *lisez* Meulien.

Page 80, ligne 5, *au lieu de* facile, *lisez* faite.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

Form 410